

**T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

FERMUAR KESME MAKİNESİ TASARIMI VE ÜRETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emre GÜRBÜZ

Enstitü Anabilim Dalı : MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Mücahit SOYASLAN

EYLÜL 2024

T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

FERMUAR KESME MAKİNESİ TASARIMI VE ÜRETİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emre GÜRBÜZ

Enstitü Anabilim Dalı : MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 28/09/2024 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ	BAŞARI DURUMU
Jüri Başkanı: Dr. Öğr. Üyesi Mücahit SOYASLAN	BAŞARILI
Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Çağrı KUTLU	BAŞARILI
Üye: Dr. Öğr. Üyesi Cemil KÖZKURT	BAŞARILI

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim

Emre GÜRBÜZ

17/05/2024

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mücahit SOYASLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Desteklerinden dolayı KOSGEB İstanbul Haliç Müdürlüğüne teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
KISALTMALAR	iv
TABLolar LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Konusu	1
1.2. Literatür Araştırması	7
1.3. Çalışmada 3B Printer Kullanımı	12
1.4. Tezin Amacı	15

BÖLÜM 2.

FERMUAR BOY ÖLÇME, İŞARETLEME VE KESME SİSTEMLERİ.....	16
2.1. Sıcak Kesme Makinesi	17
2.2. Soğuk Şerit Kesme Makinesi	18
2.3. Plastik/Metal Fermuar Kesme Makinesi	19
2.4. Çoklu Soğuk Şerit Kesme Makinesi	21
2.5. Kesme ve İşaretleme Makinesi	21
2.6. Naylon Bileşik Kurdele ve Fermuar Kesme Makinesi	23
2.7. Elcik Takma Makinesi	24

BÖLÜM 3.

FERMUAR BOY ÖLÇME, İŞARETLEME VE KESME SİSTEMİNİN MEKATRONİK SİSTEM TASARIM.....	26
3.1. Mekanik Alt Sistem Tasarımı	26
3.1.1. Fermuar boy ölçme, işaretleme ve kesme makinesinin kavramsal tasarım	26
3.1.2. Boy ölçme sistemi	28
3.1.3. İşaretleme sistemi	28
3.1.4. Kesme sistemi	29

3.1.5. Mekanik analiz.....	29
3.1.6. Mekanik tüm tasarım	30
3.2. Elektrik-Elektronik Alt Sistem Tasarımı	32
3.2.1. Kart dizilimi	34
3.2.2. Elektrik sistem güç tüketimi hesaplamaları	37
3.2.3. PCB kartı	39
3.3. Kontrol Alt Sistem Tasarımı	41
3.3.1. Kullanıcı paneli.....	42
3.3.2. Görüntü işleme algoritmaları	46
3.3.3. Sistem algoritma akış diyagramı.....	50

BÖLÜM 4.	
OTOMATİK FERMUAR BOY ÖLÇME, İŞARETLEME VE KESME	
SİSTEMİNİN PROTOTİPİNİN ÜRETİLMESİ	52
4.1. Geliştirilecek Özellikler	62

BÖLÜM 5.	
BULGULAR VE TARTIŞMA.....	63

BÖLÜM 6.	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	69

KAYNAKLAR	72
------------------------	-----------

EKLER	75
Ek-1 Teknik Çizimler.....	75

KISALTMALAR

OFKM	: Otomatik Fermuar Kesme Makinesi
CM	: Centimetre (Santimetre)
DA	: Doğru akım
PCB	: Printed Circuit Board
LCD	: Liquid Crystal Display
SLA	: Stereolithography
SLS	: Selective Laser Sintering
FDM	: Fused deposition modeling

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1.1 : ITC trade map 2021 şubat verileri[3].	4
Tablo 1.2 : Türkiye’de tekstil makineleri SWOT analizi.	4
Tablo 1.3 : Türkiye’nin tekstil makineleri ithalatı (milyon dolar).	6
Tablo 1.4 : Fermuar ve diğer bağlantı yöntemlerinin karşılaştırması.	11
Tablo 1.5 : 3 Boyutlu yazıcıların karşılaştırması.	14
Tablo 2.1: Piyasadaki makinelerin karşılaştırmaları.	25
Tablo 3.1 : Makine Tasarım şartnamesi.	27
Tablo 3.2 : Gerçekte olan ve görüntü işleme ile ölçülen değerlerin karşılaştırması..	50
Tablo 5.1 : Boy hata oranları.	63
Tablo 5.2 : Z1 hata oranları.	64
Tablo 5.3 : Z2 hata oranları.	65
Tablo 5.4 : Toplam sapma oranları.	66
Tablo 5.5 : Ortalama ve standart sapma.	67
Tablo 5.6 : Kesim sonucu saçak oluşum durumu.	68

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 : İlk dokuma makinesi Flying Shuttle.....	1
Şekil 1.2 : İplik çekme makinesi Spinny Jenny.	2
Şekil 1.3 : Gideon Sundback fermuar patent çalışması [5].....	7
Şekil 1.4 : Düşme örnekleri.....	8
Şekil 1.5 : Çıtçı örnekleri.....	9
Şekil 1.6 : Cırt cırt örnekleri	9
Şekil 1.7 : Kanca örnekleri	10
Şekil 1.8 : Bağcık örnekleri	10
Şekil 1.9 : SLS Teknolojisi ile üretilmiş araba parçası.....	13
Şekil 1.10 : FDM teknolojisi ile üretilmiş parça.....	13
Şekil 1.11 : Polyjet 3B baskı teknolojisi ile üretilmiş parça.....	13
Şekil 2.1 : YS-100 sıcak kesme makinesi.....	17
Şekil 2.2 : TR-120LR şerit kesme makinesi.....	18
Şekil 2.3 : TR-12ILXZ kesme makinesi.....	19
Şekil 2.4 : HY-134K-C plastik fermuar kesme makinesi.....	19
Şekil 2.5 : HY-134B-C metal fermuar kesme makinesi.....	20
Şekil 2.6 : 140C fermuar kesme makinesi.....	21
Şekil 2.7 : KS450 fermuar kesme makinesi.....	22
Şekil 2.8 : YZCXY fermuar kesme makinesi.....	23
Şekil 2.9 : HY-133J-S elcik takma makinesi.....	24
Şekil 3.1 : Sistemin kavramsal şematığı.....	26
Şekil 3.2 : Fermuar kesme makinesi sistemleri.....	27
Şekil 3.3 : Boy ölçme sistemi.....	28
Şekil 3.4 : İşaretleme sistemi.....	28
Şekil 3.5 : Kesme sistemi.....	29
Şekil 3.6 : Dişli sistemin analizi 1	30
Şekil 3.7 : Dişli sistemin analizi 2	30
Şekil 3.8 : Makinenin 3B modelinin izometrik görüntüsü.....	31
Şekil 3.9 : Makinenin patlama görüntüsü.....	31
Şekil 3.10 : 3B tasarım ve prototip ürün karşılaştırılması.....	32
Şekil 3.11 : Komponent bağlantı şeması.....	33
Şekil 3.12 : Devre şeması.....	34
Şekil 3.13 : PCB tasarım görüntüsü.....	39
Şekil 3.14 : Lazer makinesi ile bağlantı yollarının kazılması.....	40
Şekil 3.15 : Bakır plaka üzerine yolların yazdırılmış hali.....	40
Şekil 3.16 : Komponent montajı sonrası PCB.....	41
Şekil 3.17 : Makine bağlantılarının son hali.....	41
Şekil 3.18 : LCD ekranın ve Shield'in devre bağlantısı.....	42
Şekil 3.19 : Kullanıcı paneli ve tuş atamaları.....	43
Şekil 3.20 : Adet 0 olamaz hatası.....	43

Şekil 3.21 : Fermuar boy giriş ekranı.	43
Şekil 3.22 : Kesme sistemi ile işaretleme sistemi arasındaki mesafe.	44
Şekil 3.23 : Z1 değeri giriş ekranı.....	44
Şekil 3.24 : Z1 < 6 olamaz hatası.....	45
Şekil 3.25 : Z2 değeri giriş ekranı.....	45
Şekil 3.26 : Z2 < boy - Z1 olamaz hatası.....	45
Şekil 3.27 : Kesilen fermuar sayısının gösterilmesi.	45
Şekil 3.28 : Takılı olan fermuarın kemik fermuar olduğunu tespit edilen örnek.....	46
Şekil 3.29 : Kemik tip tespit örneği.	47
Şekil 3.30 : Metal tip tespit örneği.....	47
Şekil 3.31 : Plastik tip tespit örneği.	47
Şekil 3.32 : Beyaz fermuar için mesafe ölçümü örneği.	48
Şekil 3.33 : Mavi fermuar için mesafe ölçümü örneği.	49
Şekil 3.34 : Siyah fermuar için mesafe ölçümü örneği.....	49
Şekil 3.35 : Sıralı gerçek ve ölçülen değer karşılaştırması.	49
Şekil 3.36 : Akış diyagramı.	50
Şekil 4.1 : Kemik fermuar.....	53
Şekil 4.2 : Kullanılan fermuar topu - kemik fermuar.	53
Şekil 4.3 : 3B printerda alınan baskı örnekleri.	54
Şekil 4.4 : Sürme sistemi ilk tasarım.	55
Şekil 4.5 : Sürme sistemi geliştirmeleri.	56
Şekil 4.6 : Sürme sistemi prototip 1.....	57
Şekil 4.7 : Sürme sistemi prototip 2.....	57
Şekil 4.8 : Sürme sistemi son hali.....	58
Şekil 4.9 : İşaretleme sistemi ilk tasarım denemesi.	58
Şekil 4.10 : İşaretleme sistemi 2. tasarım değişikliği.	59
Şekil 4.11 : İşaretleme sistemin son hali.....	59
Şekil 4.12 : Maket bıçağı jiletiyle kesme sistemi.	60
Şekil 4.13 : Soğuk kesim sistemi denemesi.	61
Şekil 4.14 : Kesme sisteminde DA motor ile kumaş kesme bıçağı.	61
Şekil 4.15 : NEXTION 7.0 LCD dokunmatik ekran	62
Şekil 4.16 : Teensy 4.0.....	62
Şekil 5.1 : Kesim sonrası saçaklanmış fermuarlar.....	68

FERMUAR KESME MAKİNESİ TASARIMI VE ÜRETİMİ

ÖZET

Tekstil sektöründe ve özellikle ev tekstil ürünlerinde kullanılan en yaygın yan ürünlerden biri fermuar çeşitleridir. KOBİ olarak sınıflandırabileceğimiz tekstil atölyeleri bu fermuarları işleyebilmek için fabrikadan toplar halinde gelen fermuarlar üzerinde boy ölçme, işaretleme, kesme ve elcik takma işlemlerini gerçekleştirmek zorundadırlar. Sanayi 4.0 etkisi ile makineleşme ve sürekli üretim düşüncesi firmalarda mantık olarak yerleşse de makineleşmenin yüksek maliyet problemi ve makine boyutlarından kaynaklı yer problemi atölyelerin makineleşme süreçleri önünde büyük engel teşkil etmektedir. Bu durum sonucunda ise Türkiye 2021 yılı verilerine göre özellikle dokuma, örme ve teknik tekstiller için dünyada en fazla makine ithalatı yapan ülke konumunda yer almaktadır. Bu tez çalışmasında, ülkemizde yerli üretimi bulunsu da markalaşılammış ve ülkemizdeki ihtiyacı karşılamayan otomatik fermuar kesme makinesinin (OFKM) tasarımı ve üretimi tamamlanmıştır. Bu makine işlevleri olarak top halinde firmalara teslim edilen fermuarların otomatik boy ölçme, işaretleme, kesme ve sayma işlemlerini gerçekleştirmektedir. Bu süreçlerin doğrulamasını ise görüntü işleme ile sağlamaktadır. Çalışma sonunda fermuar üzerinde gerçekleştirilen kesme işlemlerinin doğruluk oranı, kesme süresi ve kalite farklılıkları üzerinden makine ve manuel kesim karşılaştırılması yapılmıştır. Makine çalışması esnasında ise gerekli kesme kuvvetleri hesaplanmıştır. Bu gerekli kuvveti sağlayabilecek boyutlarda bir cihaz ortaya konulmuştur. Bu kuvveti sürekli olarak sağlayabilecek kesme sistemi DA motora bağlı sekizgen kumaş bıçağının giyotin sistemi ile fermuarın üzerine indirilmesi sonucu sağlanmaktadır. Aynı zamanda, fermuarı çekmek için gerekli hesaplamalar yapılmış ve buna göre çekme sisteminin motoru seçilmiştir. Makineye takılacak maksimum fermuar rulosunun çapı 30 cm ve ağırlığı 5 kg'dır. Bu ölçütlere göre yapılan hesaplamalar sonucunda, en az 0,73 N.m tork kapasitesine sahip bir motorun takılması gerektiği belirlenmiştir. Fermuar tipinin ayırt edilmesi ve buna bağlı olarak kesme sürecinin ayarlanması için görüntü işleme kullanılmıştır. Bu işlem sayesinde kemik, plastik ve metal fermuar türleri kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Fermuar tiplerinin tespiti işlemi kesme işlemi için referans oluşturmaktadır. Tüm sistem tasarımında sürme, işaretleme ve kesme işlemlerini gerçekleştirecek eleman seçimi yapılmış ve çalışan bir prototip ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Fermuar Kesme Makinesi, Otomasyon, Mekatronik Sistem Tasarımı, Tekstil Makineleri

DESIGN AND MANUFACTURING OF ZIPPER CUTTING MACHINE

ABSTRACT

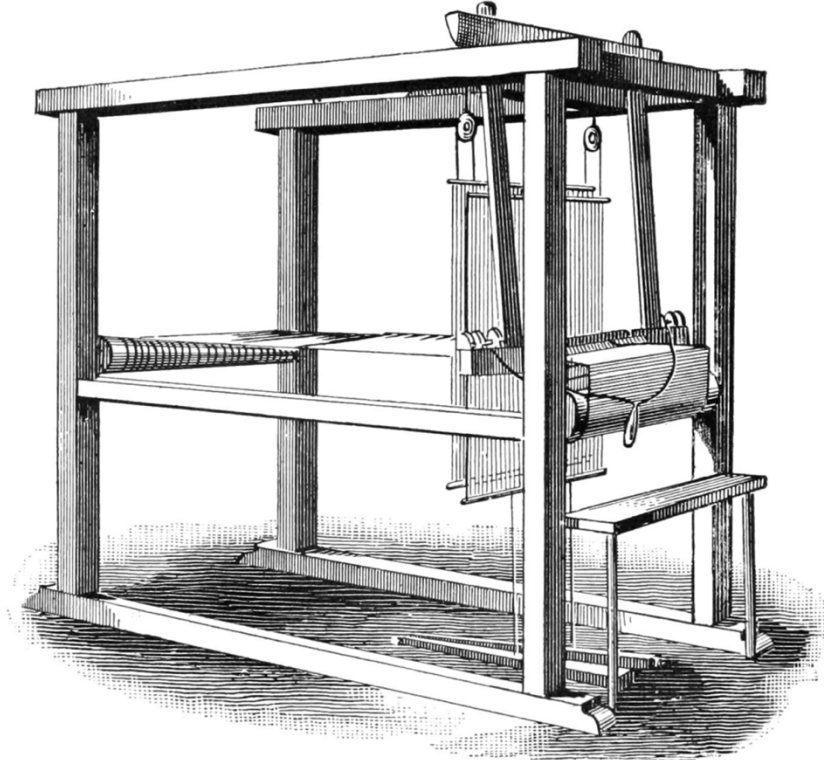
One of the most common by-products used in the textile sector and especially in home textile products is zipper varieties. Textile workshops, which we can classify as SMEs, have to perform length measurement, marking, cutting and handle attachment processes on zippers coming from the factory in balls in order to process these zippers. Although the idea of mechanization and continuous production has become logical in companies with the effect of Industry 4.0, the high cost problem of mechanization and the space problem caused by machine sizes constitute a major obstacle to the mechanization processes of the workshops. As a result of this situation, according to 2021 data, Turkey is the country that imports the most machines in the world, especially for weaving, knitting and technical textiles. In this thesis study, the design and production of the automatic zipper cutting machine (OFKM), which has domestic production in our country but has not been branded and does not meet the needs in our country, has been completed. This machine performs automatic length measurement, marking, cutting and counting processes of zippers delivered to companies in balls as its functions. The verification of these processes is provided by image processing. At the end of the study, a comparison of machine and manual cutting was made based on the accuracy rate, cutting time and quality differences of the cutting operations performed on the zipper. During the machine operation, the necessary cutting forces were calculated. A device with dimensions that could provide this necessary force was created. The cutting system that could provide this force continuously is provided by lowering the octagonal fabric knife connected to the DC motor onto the zipper with the guillotine system. At the same time, the necessary calculations were made to pull the zipper and the motor of the pulling system was selected accordingly. The maximum diameter of the zipper roll to be installed on the machine is 30 cm and its weight is 5 kg. As a result of the calculations made according to these criteria, it was determined that a motor with a torque capacity of at least 0.73 N.m should be installed. Image processing was used to distinguish the zipper type and adjust the cutting process accordingly. Thanks to this process, bone, plastic and metal zipper types can be easily detected. The element that will perform the driving and cutting operations in the entire system design was selected and a working prototype was presented.

Key Words: Zipper Cutting Machine, Automation, Mechatronic System Design, Textile Machinery

BÖLÜM 1. GİRİŞ

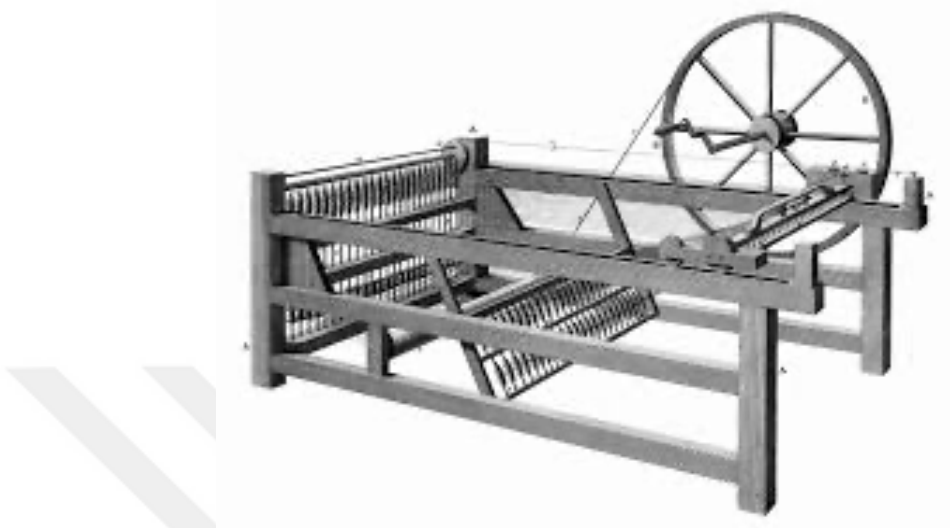
1.1. Çalışmanın Konusu

Makineleşmenin başlangıcı olarak kabul edilen Sanayi devrimi Avrupa’da gerçekleşirken üretim sektörünün tarihini değiştirecek yenilikleri getirmiştir. Bu yenilikler ve gelişim süreçlerinin ilk etkilediği sektör ise tekstil sektörü olarak kabul edilmektedir. 1733 yılında John Kay tarafından geliştirilmiş olan “Flying Shuttle” Uçan Mekik adlı çalışma dokuma hızını artırdı ve tek başına daha geniş kumaşların dokunmasını sağladı. Bu makine dokuma endüstrisinde makineleşmenin başlamasına ve daha sonra endüstriyel ölçekte üretime geçilebilmesine olanak sağlamıştır. John Kay tarafından bu makinenin geliştirilmesi tekstil endüstrisinde robotik ve otomasyonun ilk uygulaması olarak kabul edilmektedir [1]. Geliştirilen Flying Shuttle adlı makine Şekil 1.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1 : İlk dokuma makinesi Flying Shuttle.

Daha sonra 1764 yılında James Hargreaves tarafından icat edilen “spinning jenny” adlı makine birçok ipliği aynı anda çekebilen bir makine olarak ortaya çıktı ve iplik üretimini hızlandırdı [2]. Geliştirilen Spinny Jenny adlı makine Şekil 1.2’de gösterilmiştir.



Şekil 1.2 : İplik çekme makinesi Spinny Jenny.

Tüm bu gelişmeler insanlığa daha hızlı üretim süreçlerinin bu tarz makineleşmiş sistemler aracılığı ile gerçekleşebileceğinin ispatı ve başlangıcı niteliğindedir. Özellikle İngiltere merkezli başlayan bu makineleşme süreci daha sonra İngiltere’nin tekstil sektöründe dünyada söz sahibi olmasını sağlamıştır. Yıllar sonra buharlı sanayinin gelişimi bu gelişmeleri takip etmiştir.

Tekstil endüstrisinin makineleşme süreci, ihtiyaçların artarak ortaya çıkması sonucu başlamıştır. Sanayi devrimi öncesinde, özellikle 18. yüzyılın başlarında Avrupa’da nüfus artışı gözlemlenmektedir. Bu durum aynı zamanda iş gücünün, üretimin ve tüketim talebinin artması demektir [3]. Özellikle tüketim taleplerinin artması ise üreticileri makineleşme süreçlerine yöneltmiştir. İşte bu noktada da en çok etkilenen sektörlerin başında tekstil sektörü gelmektedir.

Tüm bu süreçleri incelediğimiz zaman insan tarihinin gelişiminin doğal seyri içerisinde tekstil çalışmalarının sürekli olarak gelişmekte olduğunu ve bunun doğal süreçlerin bir sonucu olarak ortaya çıktığı görülmektedir.

Ülkemizde yurt dışından alınan makineler ile gelişen ve büyüyen tekstil ve hazır giyim sektörü, 1980’lerden başlayarak yedek parça, aksesuarlar ve yardımcı donanımlara

yönelik gereksinimlerini iç pazardan sağlama eğilimi ve niyeti göstermiş ve böylece tekstil aksesuarları ve makinelerinin üretimi fırsat olarak öne çıkmıştır [4].

Tekstil ve hazır giyim endüstrisi, sürekli olarak verimliliği artırmanın, üretim maliyetlerini düşürmenin ve genel ürün kalitesini iyileştirmenin yollarını arayarak teknolojik yeniliklerin ön saflarında yer almıştır. Endüstri 4.0 ile beraber bu teknolojilerin yaygınlaşması sonucu KOBİ olarak ifade edebileceğimiz atölyeler de bu teknolojilerden istifade etmek istemektedir. Hem üretim kapasitelerinin artırılması hem de mevcut ürün kalitesini iyileştirmek adına atölyeler için makineleşme süreci kaçınılmaz olmaktadır.

Bu dinamik ortamda çalışmaların yönünü belirleyen en önemli faktör elbette tekstil sektöründe kullanılmakta olan malzeme ve ekipmanlardır. Tekstil sektöründe kullanılan malzeme ve ekipmanlar iki ana başlık altında sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma kumaş ve yan ürünler şeklinde yapılmaktadır. Yan ürünler kumaş dışındaki fermuar, astar, tela, iplik, düğme vb. malzemelerdir. Kumaş çeşitleri farklı özelliklere sahip olsa da işleme sırasında kullanılan teknoloji ve makineler açısından benzerlik göstermektedir. Yan ürünlerin işlenmesinde ise esas güç olarak insan gücü kullanılmakta ve el emeğine dayanan yöntemler yaygın bir şekilde devam etmektedir. Bu ürünlerin her biri için farklı makineleşme süreçleri ve teknolojik gelişmeler bulunsa da bu makineleşme süreçlerinin KOBİ olarak nitelendirebileceğimiz küçük atölyeler özelinde pek yaygın olmadığı görülmektedir. Bu durumun önündeki en büyük engeller ise makineleşme maliyeti ve makinelerin kapladığı alan problemi olarak ortaya çıkmaktadır.

Makineleşme maliyetinin yüksek olmasının en temel sebebi yerli üretim noktasında ülkemizin ihtiyaçlarını karşılayabilecek üretim kapasitesine sahip olmaması sonucunda yurt dışından ciddi makine ithalatı yapılmasıdır. ITC Trade Map 2021 Şubat verilerine göre tekstil makineleri ithal eden ülkeler sıralamasında Türkiye dünyada 6. sırada bulunmaktadır. ITC trade map 2021 şubat verileri Tablo.1.1'de gösterilmiştir.

Tablo 1.1 : ITC trade map 2021 şubat verileri[3].

Ülke	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Değişim (%)	Pazar payı (%)
Çin	4,65	5,76	4,47	4,42	4,14	3,20	2,87	2,99	3,20	2,99	-10,7	12,8
Amerika	2,22	2,40	2,36	2,65	2,79	3,10	2,97	2,77	2,97	3,10	-3,7	10,6
Hindistan	1,69	2,22	1,84	2,04	1,93	2,19	2,21	2,27	2,25	2,02	-10,4	7,1
Vietnam	0,58	0,71	0,61	0,82	1,23	1,45	1,56	1,89	1,94	2,6	6,9	
Almanya	1,11	1,34	1,28	1,39	1,49	1,38	1,38	1,46	1,60	1,17	-11,7	4,9
Türkiye	1,13	1,81	1,87	2,17	2,03	1,36	1,34	1,45	1,90	1,16	-39,3	4,1
Bangladeş	0,77	0,96	0,85	0,84	1,39	1,40	1,30	1,32	1,02	-22,9	3,6	
İtalya	0,64	0,71	0,56	0,62	0,69	0,68	0,72	0,74	0,82	0,75	-9,1	2,6
Endonezya	0,55	0,81	0,91	0,86	0,81	0,65	0,71	0,76	0,67	-12,1	2,4	
Özbekistan	0,36	0,42	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,71	0,65	-8,3	2,3
Diğer	11,11	13,20	12,02	12,80	14,57	12,08	12,99	13,49	12,14	-10,0	43,0	
Toplam	24,45	29,93	26,76	28,62	29,68	27,36	26,98	29,65	31,77	28,24	-11,1	100,0

Bununla beraber Ticaret Bakanlığı tarafından yayınlanan “Tekstil Sektörünün SWOT Analizi(2021)” adlı çalışmada bu sektörün zayıf yönlerini ifade ederken yerli üretim ürünlerinin yetersiz markalaşmasını ve uluslararası pazara açılmaması dile getirilmiştir [3]. Yayınlanan SWOT analizi Tablo 1.2’de paylaşılmıştır.

Tablo 1.2 : Türkiye’de tekstil makineleri SWOT analizi.

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler	Fırsatlar	Tehditler
Eğitim yatırımlarının artması	Eğitim kurumlarıyla zayıf ilişkiler	Endüstri 4,0 ile ilgili faaliyetlerin gerçekleştirilmesi	Malzeme ve işçilikten kaynaklanan hatalar
Anonim şirket yapısı ve uzun süre faaliyet gösterilmesi	Küresel risklerden etkilenme	Siber güvenlik sorumluluklarına sahip olunması	Yüksek vergiler ve kotalar
Yüksek kapasiteyle üretim yapılması	Nitelikli eleman azlığı	Yurt içi ve dışı pazarlarda markalaşma ve 3B teknolojisinin kullanılması	Bürokratik zorluklar ve planlama eksikliği
Pazarlama stratejileri ve profesyonel danışmanlık hizmetleri	Teknoloji hakimiyeti düşük	Dijital veri teknolojisinin kullanılması ve kendi markalarıyla yurt dışına satış yapılması	KOSGEB desteklerinin yetersizliği
Ür-Ge, Ar-Ge, tasarım ve tanıtım yatırımlarının olması	Pazar payı ve reklam eksikliği		

Gerçekleştirilen analiz çalışmasında tez sürecini destekleyen unsurlar şu şekilde ifade edilmektedir. Yerli üretimi sağlayarak fiyat avantajını elde etmek (Güçlü Yönler), bu fiyat avantajı ile markalaşma ve dünya pazarına yayılma çalışmaları yapmak (Zayıf Yönler). Tasarım ve üretimde 3B teknolojisinin kullanılması (Fırsatlar) sonucunda malzemeden, işçilikten ve makineden kaynaklı hataların minimize edilmesi (Tehditler).

Türkiye'nin 2011-2020 yılları arasında tekstil makineleri ithalatını ülkelere göre Tablo 1.3'te göstermektedir. İthalat değerleri milyon dolar cinsinden ifade edilmiş ve her ülkenin toplam ithalattaki payı yüzde olarak verilmiştir. Bu veriler, Türkiye'nin tekstil makinelerine olan talebinin ve bu alandaki ticaret dinamiklerinin anlaşılması için önemlidir.

Çin, sürekli olarak en yüksek paya sahip olmuş, 2020 yılında 442,7 milyon dolar ile en yüksek ithalat miktarına ulaşmıştır. Çin'in toplam ithalattaki payı 2011'den 2020'ye kadar artmış, bu süreçte yüzde 25,4'e çıkmıştır. Bu, Çin'in Türkiye için temel bir tekstil makinesi tedarikçisi olduğunu göstermektedir. Almanya da önemli bir tedarikçi olarak öne çıkmaktadır; ithalat değerleri genellikle yüksek olmuş ve 2020 yılında 419,1 milyon dolar ile ikinci sırada yer almıştır. Almanya'nın toplam payı ise yüzde 24 olarak gerçekleşmiştir.

Diğer ülkeler arasında İtalya, Belçika ve Japonya gibi Avrupa ve Asya ülkeleri de önemli rol oynamaktadır. İtalya'dan yapılan ithalat, 2020 yılında 231,9 milyon dolara düşmüş olup, bu ülkenin pazardaki etkisinin azaldığını göstermektedir. Benzer şekilde, Belçika ve Japonya da düşüş trendi göstermektedir. Ancak, Hindistan ve Avusturya gibi ülkelere ithalat oranları artmış, bu da bu ülkelerin Türkiye pazarındaki etkinliklerinin arttığını göstermektedir.

İsviçre ve Çek Cumhuriyeti gibi ülkelere yapılan ithalat miktarları görece daha düşük olup, bu ülkeler teknolojik olarak özelleşmiş makine ve ekipmanlar sağlamaktadır. Özellikle İsviçre'nin yüksek teknoloji ürünlerindeki uzmanlığı, ithalat rakamlarının nispeten düşük olmasına rağmen önemli bir tedarikçi olmasını sağlamaktadır.

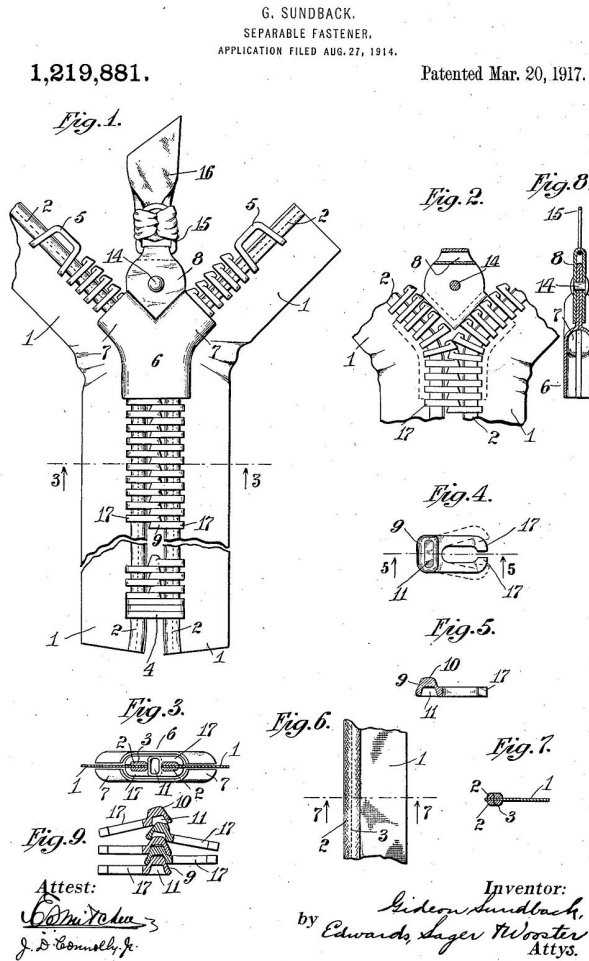
Tablo 1.3'deki veriler; Türkiye'nin tekstil makineleri ithalatında çeşitliliğin olduğunu ve bu ithalatın ekonomik dinamikler, döviz kurları ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini göstermektedir. Ayrıca bu veriler, Türkiye'nin tekstil sektöründeki makine ihtiyacının büyük ölçüde yabancı kaynaklardan karşılandığını ve bu durumun ulusal üretim kapasitesini artırma yönündeki politikalar için önemli bir veri olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 1.3 : Türkiye'nin tekstil makineleri ithalatı (milyon dolar).

Ülke	2011	2013	2012	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Değişim (%)	Pay (%)
Çin	157,4	188,4	176,9	197,6	172,4	213,3	172,8	287,2	247,8	442,7	78,7	25,4
Almanya	517,0	614,3	530,4	531,1	376,3	302,6	439,2	505,2	329,3	419,1	27,3	24,0
İsviçre	249,9	274,3	187,4	344,7	176,7	136,6	123,3	145,3	61,3	70,7	15,3	4,1
Hindistan	31,2	42,8	23,9	33,6	23,0	35,2	26,5	66,5	39,1	64,3	64,5	3,7
Fransa	57,5	83,1	57,9	75,8	66,8	72,0	51,4	63,6	23,3	37,5	60,9	2,2
Çek Cumhuriyeti	57,5	81,1	51,9	75,5	65,8	72,0	51,4	63,5	23,0	30,4	60,5	1,7
Avusturya	10,5	18,6	27,4	6,9	7,2	13,7	9,7	13,7	8,0	26,6	233,7	1,5
Diğer	1386	1500	1440	1371	1109	1029	1160	1477	1074	116,0	8,1	6,7
Toplam	1841,0	2174,2	1866,2	2025,7	1358,1	1338,4	1447,7	1904,7	1148,0	1743,4	51,9	100,0

1.2. Literatür Araştırması

19. yüzyılın sonlarında fermuarın ilk prototipleri ve benzer görevlerde çalışan ilk mekanizmalar ortaya çıkmıştır. 1851 yılında “Otomatik, sürekli giysi kapatma” adıyla Elias Howe tarafından patentlendi. Howe, aynı zamanda dikiş makinesinin de mucidi olarak tekstil alanında büyük çalışmalar yapmıştır [5]. 21. yüzyıl itibariyle, fermuar üretimi küresel bir endüstri haline gelmiştir. Çin fermuar üretiminde dünya lideri konumunda bulunmaktadır. Fermuarın modern kullanım halini geliştiren Gideon Sundback; daha sonra fermuar makinelerinin geliştirilmesine de katkıda bulunmuş ve bir fermuar üretimi makinesi geliştirmiştir. Sundback tarafından fermuarın geliştirilmesi ile ilgili patent çalışması Şekil 1.3’te gösterilmiştir.



Şekil 1.3 : Gideon Sundback fermuar patent çalışması [5].

Fermuar geliştirilmeden önce de farklı kumaş birleştirme yöntemleri aktif olarak kullanılmaktaydı. Fakat bu kumaş birleştirme şekillerinde tercih sebebi kullanım alanlarına göre değişmektedir. Başlıca kullanılan kumaş birleştirme şekilleri şu şekildedir:

- 1- Düğmeler
- 2- Çıtçıtlar
- 3- Kancalar ve Gözler
- 4- Cırt Cırt
- 5- Bağcıklar ve İpler
- 6- Dikiş
- 7- Yapıştırma

Fermuarın diğer kumaş birleştirme yöntemlerine karşı bazı avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Fermuar, kullanım kolaylığı açısından en hızlı ve pratik yöntemlerden biridir, düğme ve bağcık gibi diğer yöntemlere göre çok daha hızlı açılıp kapanabilir. Özellikle giysi, çanta ve ayakkabılar gibi sık kullanılan ürünlerde büyük bir avantaj sağlamaktadır. Ancak fermuarın bozulması durumunda onarımı diğer yöntemlere göre daha zordur ve genellikle fermuarın tamamen değişmesi gerekebilir [6]. Ayrıca, fermuarlar genellikle düğmelere kıyasla daha maliyetlidir, ancak güvenilir kapatma sağlar ve uzun ömürlüdür. Düğmeler ile kıyaslandığında ise düğmeler estetik açıdan, çeşitlilik sunar ve genellikle tamiri kolaydır. Kullanılan düğme örnekleri Şekil 1.4'te gösterilmektedir.



Şekil 1.4 : Düğme örnekleri

Çıtçıtlar olarak ifade ettiğimiz bir diğer bağlama yöntemi ise fermuar gibi hızlı ve kolay bir kullanım sağlamaktadır. Ancak zaman içerisinde gevşeme eğilimi gösterebilmektedirler. Genellikle ekonomik sebeplerden dolayı tercih edilmekte ve estetik açıdan sınırlı olmaktadır. Kullanılan çıtçıt örnekleri Şekil 1.5’te gösterilmektedir.



Şekil 1.5 : Çıtçıt örnekleri

Velcro olarak da adlandırılan Cırt Cırt sistemi ise hızlı ve sessiz bir kapatma yöntemi olarak öne çıkar. Özellikle çocuk giysileri ve askeri üniformalarda kullanılmaktadır. Ancak zamanla yapışkanlığını kaybedebilir ve kirlenme olasılığı yüksek olduğu için kullanım alanı sınırlıdır. Kullanılan cırt cırt örnekleri Şekil 1.6’da gösterilmektedir.



Şekil 1.6 : Cırt cırt örnekleri

Kancalar ve gözler ise esnek yapıları birleştirmek üzere kullanılmaktadır. Genellikle korseler için kullanılan bir kapatma yöntemidir. Bu yöntem gizli vesıkı kapatma sağlamaktadır. Ancak fermuar kadar pratik değildir ve kullanımı daha fazla zaman alır. Dayanıklılık açısından ise diğer yöntemlere kıyasla metal kancalar daha dayanıklıdır ve uzun ömürlü bir kullanım sunar. Kullanılan kanca ve göz örnekleri Şekil 1.7’de gösterilmektedir.



Şekil 1.7 : Kanca örnekleri

Bağcıklar ise sıklık ayarı yama imkanı sunar ve dekoratif olarak daha çok tercih edilmektedir. Ancak bu yöntem zaman alıcıdır ve fermuarla kıyaslanamaz derecede zahmetlidir. Kullanılan bağcık örnekleri Şekil 1.8’de gösterilmektedir.



Şekil 1.8 : Bağcık örnekleri

Genel olarak fermuar kullanımı, kolaylık, güvenilirli ve estetik görünüm açısından birçok avantaj sunar, ancak maliyet ve onarım zorlukları gibi bazı dezavantajları vardır. Diğer yöntemler, belirli kullanım alanlarında fermuara alternatif olabilir, ancak fermuarın hız ve pratiklik açısından üstünlüğü belirgindir. Kullanım açısından çok farklı alanlarda kullanılabilir. Özellikle bu çalışma içerisindeki kullanım alanı olan ev tekstil ürünlerinde kullanımı da oldukça yaygındır.

Bu bağlama yöntemlerinin en rahat kıyaslanabildiği alan ise kıyafetler olmaktadır. 30 kadın üzerinde gerçekleştirilen araştırmaya göre fermuar ve diğer bağlantı yöntemlerinin karşılaştırılması Tablo 1.4’te sunulmuştur [7].

Tablo 1.4 : Fermuar ve diğer bağlantı yöntemlerinin karşılaştırması.

Bağlantı yöntemi	Açılış (Hafif)	Açılış (Orta)	Açılış (Zor)	Kapanış (Hafif)	Kapanış (Orta)	Kapanış (zor)
Düğme	2 (6,67%)	10 (33,35%)	18 (59,98%)	3 (10,00%)	4 (13,33%)	23 (75,67%)
Çıtçı	27 (90,00%)	2 (6,67%)	1 (3,33%)	22 (73,34%)	4 (13,33%)	4 (13,33%)
Cırt cırt	26 (86,66%)	4 (13,33%)	-	28 (93,33%)	2 (6,67%)	-
Kanca & Göz	2 (6,67%)	25 (83,33%)	3 (10,00%)	3 (10,00%)	16 (53,33%)	12 (40,00%)
Fermuar	26 (86,66%)	2 (6,67%)	2 (6,67%)	10 (33,35%)	8 (26,65%)	12 (40,00%)

Fermuar üretiminin makineleşmesi sürecinde ise Sundback'in tasarladığı ilk makineler, 'hookless fastener' olarak adlandırılan ve günümüzdeki fermuarların atası olan bir tür mekanik bağlayıcı ürettiyordu. Bu makineler, metalden yapılan dişleri bantlara otomatik olarak yerleştirip sabitleyerek fermuarın oluşturulmasını sağlıyordu. 1920 sonrasında Sundback'in tasarımları üzerine yapılan iyileştirmelerle, fermuar üretim makineleri daha da hızlandı ve otomasyon seviyesi arttı. Bu dönemde, makineler farklı tür ve boyutlarda fermuar üretebilir hale geldi. Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, fermuar üretim makineleri daha karmaşık ve verimli hale geldi. Plastik fermuarların piyasaya sürülmesi, bu makinelerin plastik dişleri işleyebilecek şekilde adaptasyonunu gerektirdi. Fermuar üretiminin gelişim süreci bazı alt üretim başlıklarını ve süreçlerini ortaya çıkarmıştır. Bu süreçlerin bir parçası olarak fermuar kesme makinelerinin incelenmesi ve geliştirilmesi sağlanmıştır. Fermuarlar birçok tekstil ürününün ayrılmaz bileşenleridir. Kesme makinelerinin verimliliği ve hassasiyeti bu ürünlerin genel kalitesini ve işlevselliğini doğrudan etkiler. Fermuar kesme işleminde yer alan mekanik süreçlerin incelenmesi sonucunda kumaşın birden fazla katmanını kesmek için keskin bıçakların kullanımını içeren mekanik kesme yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir [8]. Mekanik kesim, bıçakların aynı anda birden fazla tekstil katmanını kesmek için dikey olarak yönlendirildiği tekstil endüstrisindeki en yaygın yöntemdir. Bu teknik, kumaşın kenarlarını yıpratmadan temiz kesimler sağladığı için özellikle fermuarlar için kullanılmaktadır [9]. Bu alanda kullanılan yaygın kesme yöntemlerinden bir diğeri ise termal kesim işlemidir. Termal kesme, kumaşın kenarlarını eritmek için kullanılır, böylelikle kumaş üzerindeki

yıpranma önlenabilir ve düzgün bir yüzey sağlanabilmektedir [10]. Ancak termal kesim işlemlerinden sonra fermuar üzerinde herhangi bir işlem gerçekleştirilememektedir. Elcik takma süreci tamamlanmamış bir fermuar türü üzerinde çalışılıyorsa bu yöntem tercih edilememektedir. Kesme işlemlerinde daha verimli bir süreç yürütebilmek adına tercih edilen bir diğer yöntem ise lazer kesim uygulamalarıdır. Ürün kalitesinin artmasını sağlayan bu uygulama sonucunda elde edilen bir diğer fayda ise ortaya çıkan atık miktarının minimum düzeylere çekilmesidir [11]. Kesim süreçlerinin çeşitliliği ve nitelikli süreçleri ortaya çıkarmış olmaları bu alandaki gerçekleştirilecek olan yeni çalışmaların önünü açmıştır. Bu gelişmeler, termal ve ultrasonik kesme yöntemlerini birleştiren ve kesme işleminin çok yönlülüğünü artıran hibrit makinelerin geliştirilmesine yol açmıştır [12]. Kesim süreçlerindeki dikkat edilen kriterlerin en önemlisi verimlilik olmaktadır. Verimli kesim yöntemleri, üretim maliyetleri ve ürün kaliteleri ile doğrudan bir bağlantı içerisindedir. Bu nedenle süreçlerin daha verimli hale gelmesi için farklı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sadece süreç verimliliğini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda tekstil endüstrisinde daha sürdürülebilir uygulamalara da katkıda bulunmaktadır [13]. Fermuar kesme makinelerinin verimliliği, işlenen tekstil malzemelerinin özelliklerinden önemli ölçüde etkilenmektedir. Kesim mekanizmalarının tipi ve genişliği, giyim endüstrisinde üretim maliyetlerinin %75'ine kadarını oluşturabilen tekstil malzemelerinin kullanımında kritik bir rol oynamaktadır [14].

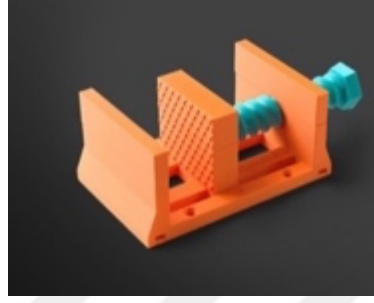
1.3. Çalışmada 3B Printer Kullanımı

Endüstri 4.0 süreçleriyle beraber üretim teknolojilerinin en can alıcı çalışmalarından biri de 3 boyutlu yazıcı teknolojisi olmuştur. 3 boyutlu yazıcı teknolojisi ve yapılan çalışma örnekleri adına SLS tenolojisi örneği Şekil 1.9' da, FDM teknolojisi örneği Şekil 1.10' da ve Polyjet baskı örneği Şekil 1.11'de gösterilmiştir.

Üretimin her alanında hızlı prototipleme çalışmalarında kullanılan bu teknoloji pek çok farklı sektör için vazgeçilmez hale gelmiş durumdadır [15].



Şekil 1.9 : SLS Teknolojisi ile üretilmiş araba parçası.



Şekil 1.10 : FDM teknolojisi ile üretilmiş parça.



Şekil 1.11 : Polyjet 3B baskı teknolojisi ile üretilmiş parça.

3 boyutlu yazıcıların tekstil sektöründe kullanımını doğrudan ve dolaylı olarak iki kısma ayırabiliriz. Bunları doğrudan giysi üretimi çalışmalarında kullanılması ve tekstil makinelerinin üretiminde kullanılması olarak ifade edebiliriz. Literatürde üretim yöntemlerine, kullanılan ham maddeye göre farklı sınıflandırmalar yapılsa da, temel olarak moda ve tekstil tasarımında bu yazıcıların kullanımı iki amaçla/şekilde olmaktadır. İlk olarak giysi bütün olarak bu yöntemle üretilebilmekte, ikinci olarak da tekstil yüzeyinde temel teşkil eden dokuma veya örme ile oluşturulmuş yüzeylere alternatif olabilecek, farklı bağlantı şekilleriyle bilinen dokuma ve örme kumaşlara alternatif yüzeyler elde edilebilmektedir [15].

Gerçekleştirilen tez çalışması 3 boyutlu yazıcı teknolojisinin tekstil makinelerinde kullanılması alanında bir rol model olacaktır. Bu güne kadar 3 boyutlu yazıcılar yardımı ile yapılabilen çalışmalar Tablo 1.5’te gösterilmiştir.

Tablo 1.5 : 3 Boyutlu yazıcıların karşılaştırması.

Özellik	FDM (Fused Deposition Modeling)	SLA (Stereolithography)	SLS (Selective Laser Sintering)	DLP (Digital Light Processing)	MJF (Multi Jet Fusion)	PolyJet
Malzeme	Termoplastik filamentler (PLA, ABS, PETG vb.)	Fotopolimer reçineler	Poliamid tozlar (Nylon)	Fotopolimer reçineler	Polyamid tozlar	Fotopolimer reçineler
Yüzey Kalitesi	Orta, katman izleri görülebilir	Yüksek, pürüzsüz yüzey	Yüksek, pürüzsüz yüzey	Çok yüksek, pürüzsüz yüzey	Yüksek, homojen yüzey	Çok yüksek, pürüzsüz yüzey
Hassasiyet	Orta, $\pm 0,2$ mm	Yüksek, $\pm 0,1$ mm	Yüksek, $\pm 0,1$ mm	Yüksek, $\pm 0,1$ mm	Yüksek, $\pm 0,1$ mm	Çok yüksek, $\pm 0,1$ mm
Baskı Hızı	Orta	Düşük	Orta	Orta	Orta	Düşük
Maliyet	Düşük	Yüksek	Çok yüksek	Yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek
Uygulamalar	Prototipleme, hobi projeleri	Yüksek detay gerektiren prototipler, tıbbi modeller	Fonksiyonel parçalar, dayanıklı prototipler	Yüksek detay gerektiren prototipler, tıbbi modeller	Fonksiyonel parçalar, üretim	Yüksek detaylı modeller, tıbbi ve dental uygulamalar
Destek Malzemesi	Gerektirir, çıkarılması kolay	Gerektirir, çıkarılması zordur	Gerektirmez	Gerektirir, çıkarılması zordur	Gerektirmez	Gerektirir, çıkarılması zordur
Avantajlar	Ucuz, kullanımı kolay	Yüksek detay, pürüzsüz yüzey	Dayanıklı ve fonksiyonel parçalar	Yüksek detay, hızlı kurlenme	Dayanıklı ve homojen parçalar	Çok yüksek detay ve pürüzsüz yüzey
Dezavantajlar	Düşük detay, katman izleri	Yüksek maliyet, karmaşık destek yapıları	Yüksek maliyet, toz yönetimi zorlukları	Yüksek maliyet, karmaşık destek yapıları	Yüksek maliyet, sınırlı renk seçenekleri	Yüksek maliyet, karmaşık destek yapıları

FDM tipi 3 boyutlu yazıcı teknolojisinin prototipleme çalışmalarında kullanılması sürecinde dikkat edilmesi gereken en önemli husus ise filament tercihi olmaktadır. Prototipleme çalışmalarında mekanik kullanım açısından özellikleri en uygun olan ve tercih edilen filament türleri PLA ve ABS filament olmaktadır [16]. Aynı zamanda FDM türü 3 boyutlu yazıcılar için en sık kullanılan filament türleri ABS ve PLA olmaktadır. Baskıdan sonra üzerinde gerçekleştirilecek olan işlemler açısından PLA daha zor bir malzeme iken ABS bu konuda daha avantajlı bir malzeme olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada iki materyal tipinden de faydalanılmıştır.

1.4. Tezin Amacı

Otomatik fermuar boy ölçme, işaretleme ve kesme sisteminin tasarımı ve prototipinin üretimi pek çok farklı bilgi ve tecrübenin entegrasyonunu içerir. Tez konusunun amacı yerli üretimi ve markalaşma problemi bulunan bu alanda somut bir ürün ortaya koyabilmek ve daha sonra bu ürünün markalaşma çalışmalarını gerçekleştirebilmektir. Bu süreci gerçekleştirirken 3B yazıcı teknolojisinin makineleşme süreçlerinde verimli bir şekilde kullanılması sağlanmıştır. Tez sürecinin sadece teorik bir çalışma düzeyinde kalmaması amaçlanarak, şirketleşme ve devlet destekleri alınarak daha geniş bir etki alanına sahip olması sağlanmıştır.



BÖLÜM 2. FERMUAR BOY ÖLÇME, İŞARETLEME VE KESME SİSTEMLERİ

Ülkemizdeki makine ihtiyacı ve özellikle tekstil makineleri üzerindeki ihtiyaçlar Çin merkezli makine ithalatı aracılığı ile giderilmektedir. Bu makine ihtiyacının yurt dışından karşılanmasının sebepleri çeşitlilik göstermektedir. Bu sebeplerden en önemlisi; üretilen markaların yeterli markalaşma süreçlerini yürütememelerinden dolayı iç piyasanın bu makinelerden haberi olmaması gösterilebilir. Bu durum nihai olarak firmaların yeterli satış yapmamasına daha sonra ise üretime devam etmemeleri sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bir diğer önemli sebep ise fiyatlandırma politikalarından kaynaklanmaktadır. Çin merkezli makinelerin ortaya koymuş olduğu fiyat rekabet avantajı, makine üretimini hizmet alımı şeklinde gerçekleştiren firmalar için korkutucu olmaktadır. Tüm bu kriterlerden bağımsız olarak fermuar kesme makinelerinin literatür araştırması yapılmıştır. Ortaya konulan çalışmalar tüm özellikleri ile irdelenmiş, avantaj ve dezavantajları ile ortaya koyulmuştur. Sonuç olarak piyasada fermuar kesme makineleri çeşitlilik göstermektedir. Bazı makineler kesme işlemi gerçekleştirirken işaretleme işlemi gerçekleştirmemekte, bazı makineler fermuar tiplerinden kemik fermuar tipi için kullanışlı olmamaktadır. Fermuar üzerine otomatik elcik takma işlemi ise fermuar kesme makinelerine henüz entegre edilememiş özelliklerdir. Bu çalışmada belirtilmiş olan otomatik fermuar boy ölçme, işaretleme ve kesme makinesi temel düzeyde pek çok firmanın ihtiyaçlarını karşılayacak özelliklere sahiptir. Öneriler kısmında belirtilen elcik takma sistemi bu makineye ilave edildiğinde piyasadaki makinelerin çok üzerinde bir sistem ortaya konulmuş olacaktır. Sektörde yer alan kesme makinelerinin özellikleri ve bu makinelerin karşılaştırması 2.1-2.7 bölümlerinde paylaşılmıştır.

2.1. Sıcak Kesme Makinesi

Çin menşeli bir firma olan Robotsung Automation Technology'in geliştirmiş olduğu YS-100 modeli, sıcak bıçak kullanarak kesim işlemi yapmaktadır. Makine örnek resmi Şekil 2.1'de gösterilmektedir.

Makine fermuar dışında, şerit, kumaş, kemer ve yüz maskesi kulak ipi gibi farklı ürünlerin kesimi için kullanılabilir. Bununla birlikte makinede küçük modifikasyonlar yapılarak metal plaka kesimi ve su hortumu kesimi için kullanılabilen versiyonları mevcuttur.



Şekil 2.1 : YS-100 sıcak kesme makinesi.

Makinenin özellikleri:

- Gerilim: 220V/110V 50/60Hz
- Güç: 500W
- Sıcaklık: 0°- 750° ayarlanabilir
- Kesim Genişliği: 0-100mm
- Ağırlık: 30 kg
- Boyut: Uzunluk 360 mm, Genişlik 300 mm, Yükseklik 350 mm
- Fiyat: 590 \$

2.2. Soğuk Şerit Kesme Makinesi

Çin menşeli olan Dongguan Turing Automation Technology tarafından geliştirilen TR-120LR modelidir. Makine örnek resmi Şekil 2.2’de gösterilmektedir.

Soğuk kesim yapan bu modelde diğerlerinden farklı olarak sadece şerit kesimi yapılmaktadır.

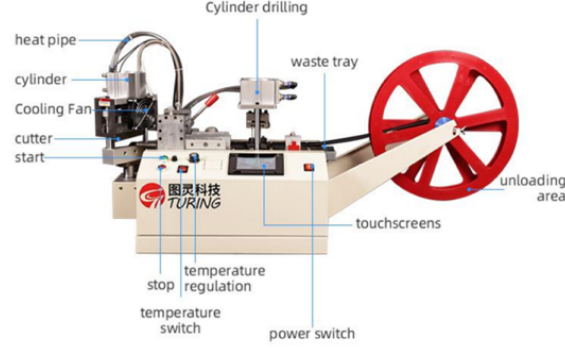


Şekil 2.2 : TR-120LR şerit kesme makinesi.

Makinenin özellikleri:

- Makine Boyutları: 490x430x470 mm
- Ağırlık: 26 kg
- Giriş Voltajı: 110/220V
- Güç: 400W
- Kesici: Yukarı ve aşağı bıçak
- Kesim Genişliği: 110 mm
- Kesim Uzunluğu: 0,1-6000 mm
- Kesim Hassasiyeti: 0,1 mm
- Fiyat: 1380 \$

Fakat yine ufak modifikasyonlar yapılarak farklı ürünlerin kesimi için kullanılan makineleri de mevcuttur. Örneğin TR-121LXZ modelinde soğuk kesim ile kemer kesme ve delme işlemleri yapılmaktadır. Makine örnek resmi Şekil 2.3'te gösterilmektedir.



Şekil 2.3 : TR-121LXZ kesme makinesi.

2.3. Plastik/Metal Fermuar Kesme Makinesi

Çin menşeli Wenzhou Hongye Precise Machinery tarafından geliştirilen HY-134K-C modeli alışılmışın dışında bir sürme sistemi içermektedir, fermuarları bir manipülatör kol yardımıyla çekerek, gereken ölçüyü elde etmekte ve ardından ultrasonic hızda hareket eden bıçak ile kesim işlemi gerçekleştirmektedir. Makine örnek resmi Şekil 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.4 : HY-134K-C plastik fermuar kesme makinesi.

Makinenin özellikleri:

- Ortalama Çıktı: 2200 Adet/60cm/Saat
- Güç: 0,75 KW
- Voltaj: 220V
- Net Ağırlık: 150 kg
- Brüt Ağırlık: 205 kg
- Boyutlar: 165 x 50 x 155 cm
- Fiyat: 5000 \$

Firmanın bu modeli dışında fermuar üretimi ve kesimi alanında birçok çeşitli makineleri mevcuttur. Örneğin ucu açık plastik fermuar, ucu kapalı plastik fermuar, ucu açık metal fermuar ve ucu kapalı metal fermuar gibi farklı modeller vardır. Makine örnek resmi Şekil 2.5'te gösterilmektedir.



Şekil 2.5 : HY-134B-C metal fermuar kesme makinesi.

2.4. Çoklu Soğuk Şerit Kesme Makinesi

Çin menşeli Dongguan Zuolong Machinery tarafından üretilen bu makine soğuk kesim ile aynı anda birden fazla fermuar kesilebilmektedir. Makine örnek resmi Şekil 2.6’da gösterilmektedir. Ayrıca fermuarın bittiğini algılama gibi çeşitli özellikleri mevcut.



Şekil 2.6 : 140C fermuar kesme makinesi.

Makinenin özellikleri:

- Kesim Uzunluğu: 1-9999 mm
- Kesim Genişliği: 1-140 mm
- Kesim Hızı: 100-125 Parça/dakika
- Ağırlık: 30 kg
- Voltaj: 110V-220V
- Nominal Güç: 0.44 KW
- Boyutlar: 450 x 350 x 350 mm
- Fiyat: 285 \$

2.5. Kesme ve İşaretleme Makinesi

Türkiye menşeli olan Elite A.G. firması tarafından üretilen bu makinede hem kesme hem işaretleme sistemleri mevcuttur. Aynı anda 4 adet fermuar kesebilmektedir. Makine örnek resmi Şekil 2.7’de gösterilmektedir. Servo motorlarla birlikte çalışan PLC, malzemeler üzerinde düzgün ve kesin kesimler yapılmasını garantiler, böylece

işleme hızını ve verimliliğini artırır. Ek olarak, PLC'nin kullanımı makinenin esnekliğini artırır, çünkü farklı kesim programlarını hafızasında saklayabilir ve ihtiyaç duyulduğunda kolayca çağırabilir.



Şekil 2.7 : KS450 fermuar kesme makinesi.

Makinenin özellikleri:

- Kesim Kapasitesi: Köprü, lastik, fermuar, yatak kenarı, mop ve benzeri malzemeleri kesebilir
- Kesim Bıçağı: Kalın malzemeleri kesmek için güçlü kesim bıçağı
- İşaretleme Kapasitesi: Bir boyda 30 farklı işaret yapma kapasitesi, her biri ayrı ayarlanabilir
- Sensör Özellikleri: Opsiyonel giriş sensörü ile otomatik durma ve sesli ikaz
- Maksimum Kesim Genişliği: 45 cm
- Program Hafızası: 900 adet program kaydedebilme
- Kontrol Sistemi: Servo motor ve PLC ile hassas kesim
- Kullanıcı Arayüzü: Dokunmatik ekran ile kolay kullanım

2.6. Naylon Bileşik Kurdele ve Fermuar Kesme Makinesi

Çin menşeli, Zhengzhou Yize Machinery tarafından geliştirilen bu makinede sıcak kesim ile emniyet kemerleri, plastik fermuarlar, elastik bantlar, küçük dokumalar, şerit bantlar, ayakkabı kemerleri, deri kemerler ve çanta bantları gibi çeşitli malzemelerin kesimi gerçekleştirilebilir. Makine örnek resmi Şekil 2.8’de gösterilmektedir.



Şekil 2.8 : YZCXY fermuar kesme makinesi.

Mikrobilgisayar kontrolcüsü sayesinde kesim uzunluğunu ayarlamak kolaydır ve kesim son derece hassastır. Bu makine düşük atık oranı ile operasyonel kolaylık sağlar. Ayrıca, standart makine tam kesim yapabilirken, isteğe bağlı olarak yarım kesim özelliği de sunulmaktadır.

Makinenin özellikleri:

- Kesim Uzunluğu: 1-99999 mm
- Kesim Genişliği: 1-160 mm
- Kesim Hızı: 120-240 adet/dakika
- Besleme Hızı: 700 mm/saniye
- Güç: 1,8 kw
- Voltaj: 220V, tek faz, 50hz
- Maksimum Sıcaklık: 650°C

- Boyutlar: 680 x 680 x 1080 mm
- Ağırlık: 115 kg
- Fiyat: 590 \$

2.7. Elcik Takma Makinesi

Çin menşeli Wenzhou Hongye Precise Machinery tarafından geliştirilmiş olan HY-133J-S model Makine bir elcik takma makinesidir. Makine örnek resmi Şekil 2.9'da gösterilmektedir. Kapalı olan fermuarı açarak çift taraflı metal elcik yerleştirmektedir.



Şekil 2.9 : HY-133J-S elcik takma makinesi.

Makine özellikleri:

- Ortalama Üretim Kapasitesi: 1600 Adet/60cm/Saat
- Güç: 1,6 KW
- Voltaj: 220V
- Frekans: 50/60 Hz
- Net Ağırlık: 400 kg
- Brüt Ağırlık: 480 kg
- Boyutlar: 178 x 68 x 172 cm

Gerçekleştirilen piyasa araştırması sonucu elde edilen makine bilgilerinin Tablo 2.1 üzerinde karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Piyasadaki makinelerin karşılaştırmaları.

Makine	Ülke	Kesim Türü	Güç	Voltaj	Kesim Genişliği	Kesim Uzunluğu	Kesim Hızı	Ağırlık	Boyut(mm)	Fiyat (USD)
YS-100	Çin	Sıcak Kesim	500W	220V/110V 50/60Hz	0-100 mm	-	-	30 kg	360x300x350	590 \$
TR-120LR	Çin	Soğuk Kesim	400W	110/220V	110 mm	0,1-6000 mm	-	26 kg	490x430x470	1380 \$
HY-134K-C	Çin	Ultrasonik Kesim	0,75 KW	220V	-	-	2200Adet /60cm/Saat	150 kg	1650x500x1550	5000 \$
140C	Çin	Soğuk Kesim	0,44 KW	110V-220V	1-140 mm	1-9999 mm	100-125 Parça/dk	30 kg	450x350x350	285 \$
KS450	TR	Soğuk Kesim	-	-	45 cm	-	-	-	-	-
YZCXY-160W	Çin	Sıcak Kesim	1,8 KW	220V	1-160 mm	1-99999 mm	120-240 adet/dk	115 kg	680x680x1080	590 \$

BÖLÜM 3. FERMUAR BOY ÖLÇME, İŞARETLEME VE KESME SİSTEMİNİN MEKATRONİK SİSTEM TASARIM

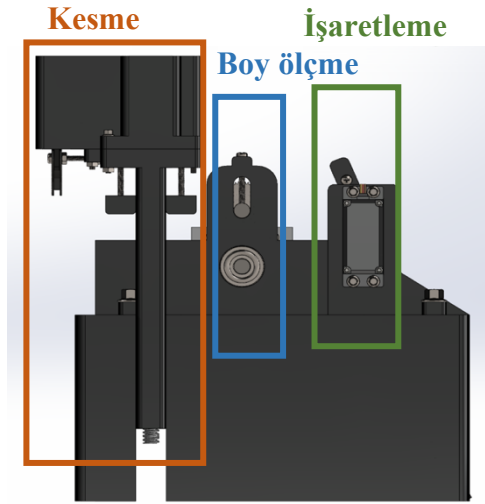
3.1. Mekanik Alt Sistem Tasarımı

3.1.1. Fermuar boy ölçme, işaretleme ve kesme makinesinin kavramsal tasarım

Fermuar boy ölçme, işaretleme ve kesme makinesi, tekstil sektöründe kullanılan fermuarları otomatize ederek kesme ve işaretleme işlemlerini gerçekleştiren bir cihazdır. Kullanıcı, makineye fermuarların adetini ve boyunu girer. Makine, bu bilgileri kullanarak belirlenen uzunluklarda fermuarları işaretler ve keser. Bu süreç, tekstil atölyelerinin verimliliğini artırmak ve iş yükünü azaltmak için tasarlanmıştır. Şekil 3.1 görselinde kavramsal tasarım ile Şekil 3.2’de makinedeki sistemler detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.1 : Sistemin kavramsal şematiki.



Şekil 3.2 : Fermuar kesme makinesi sistemleri.

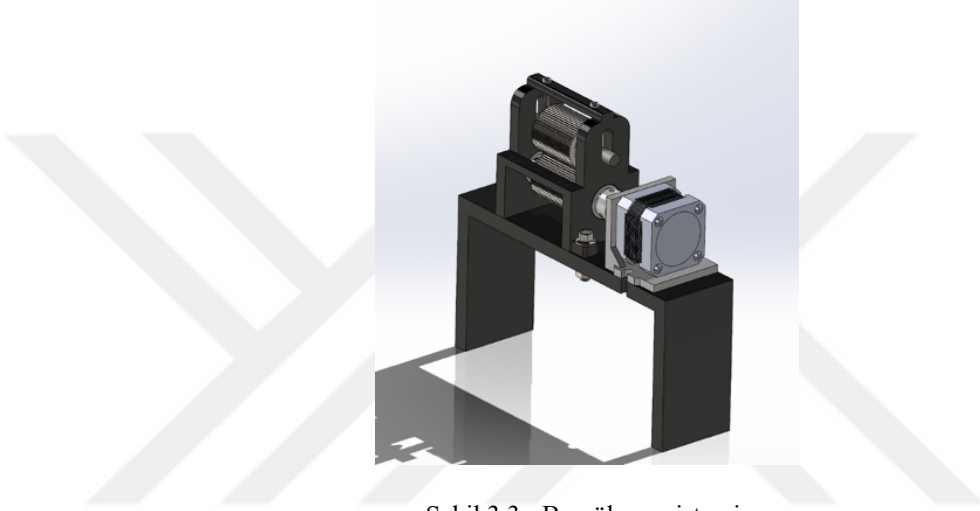
İstenilen özelliklerde bir fermuar kesme makinesinin gerçekleştirmesi gereken üç temel işlev bulunmaktadır. Bunlar boy ölçme, işaretleme ve kesme sistemleridir. Gerçekleştirilen firma görüşmeleri ve alınan geri bildirimler sonucunda fermuar kesme makinesinin sahip olması gereken özellikler Tablo 3.1’deki gibi belirlenmiştir. Tablo 3.1.’de belirtilen ihtiyaçlar (İ), makinenin mutlaka karşılamak zorunda olduğu özelliklerdir. Arzular (A) ise makinede bulunabilecek ikinci derecede özellikleri ifade etmektedir. Başka bir ifade ile ihtiyaç olarak belirtilen bir özelliğin mutlaka karşılanması beklenirken, arzu olarak belirtilen özelliğin karşılanması isteğe bağlıdır.

Tablo 3.1 : Makine Tasarım şartnamesi.

Fiziki Özellikleri	İşlevsellik	Güvenlik	Maliyet	Kontrol
Taşınabilir boyutlar (A).	Boy ölçme (İ).	Kumaş temasına ve atölye kullanımına uygunluk (İ).	Piyasa ürünleri ile rekabetçi olma (İ).	Personel hatalarını en aza indirme (İ).
Atölye şartlarına uygunluk (İ).	İşaretleme (İ).			İşlem sonrası verileri görüntüleme (A).
3B yazıcı ile üretilmiş (A).	Kesme (İ).			

3.1.2. Boy ölçme sistemi

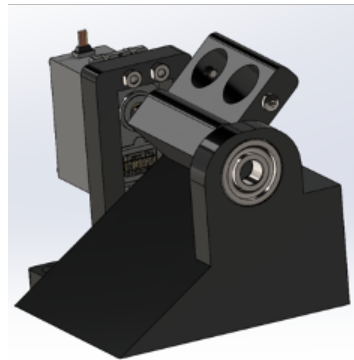
Boy ölçme sistemi, fermuarların doğru boyutlarda kesilmesini sağlamak için tasarlanmıştır. Sistem, kullanıcı tarafından girilen boy bilgilerini temel alarak, step motor aracılığı ile fermuarı çekme mekanizmasını harekete geçirir. Fermuar, iki dişli arasında sıkıştırılarak çekilir ve belirlenen miktarda fermuar çekildikten sonra durur. Bu işlem, fermuarın kesim ve işaretleme için doğru pozisyonda olmasını sağlar. Şekil 3.3'te boy ölçme sisteminin kesit görünümünü gösterilmektedir.



Şekil 3.3 : Boy ölçme sistemi.

3.1.3. İşaretleme sistemi

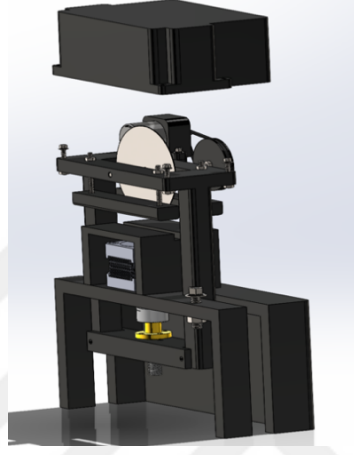
İşaretleme sistemi, servo motor kullanarak iki adet kalemle işlem yapar. Kullanıcı tarafından belirlenen mesafelerde (Z1 ve Z2) kesilecek olan fermuar üzerine işaretler koyar. Bu işaretler, dikim işlemlerin başlangıç noktasını belirlemektedir. Şekil 3.4'te işaretleme sisteminin kesit görünümünü gösterilmektedir.



Şekil 3.4 : İşaretleme sistemi.

3.1.4. Kesme sistemi

Kesme sistemi, bir DA motor yardımıyla spiral bıçak kullanarak fermuarı keser. Kullanıcı tarafından belirlenen mesafeye göre step motor, kesme mekanizmasını aşağı indirir ve kesme işlemini gerçekleştirir. Kesme işlemi tamamlandıktan sonra, aynı step motor kesme mekanizmasını yukarı kaldırır. Şekil 3.5'te kesme sisteminin kesit görünümünü gösterilmektedir.

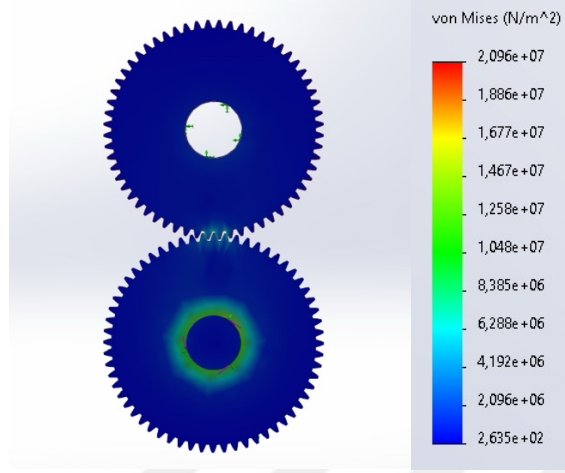


Şekil 3.5 : Kesme sistemi.

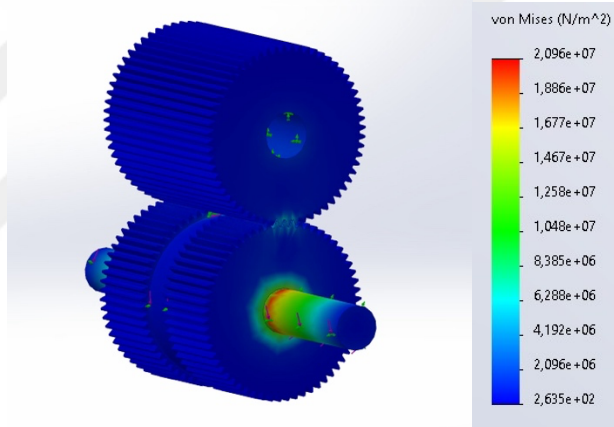
3.1.5. Mekanik analiz

Makinenin uzun vadede zarar görebilecek parçalarının SolidWorks kullanılarak mekanik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler, sürme sisteminin dişlileri arasındaki sürtünme, dişlilerin şaftına binen yük ve bu yükün sistem üzerindeki etkilerini anlamak amacıyla yapılmıştır. Malzeme ise ABS filament olarak belirlenmiştir. Özellikle malzeme işlenebilirliği bu malzemenin seçilmesinde etkili olmuştur. Kullanılan Nema 17 step motorunun teknik bilgi sayfasında motorun yük altında maksimum uyguladığı tork kuvveti 1 Nm olduğu belirlenmiştir. Buna göre yapılan analizlerde, dişli sistemine uygulanan tork değeri 1 Nm olarak ayarlanmıştır. Bu analizler dişlilerin temas yüzeylerinde oluşan sürtünme kuvvetlerini ve dişli şaftına aktarılan kuvvetleri göstermek için gerçekleştirilmiştir. Torkun büyüklüğü, dişlilerin ve şaftın uzun vadede nasıl tepki vereceği konusunda kritik bir faktördür. ABS'nin düşük sürtünme katsayısı, dişliler arasındaki sürtünme kayıplarını minimize etmeye yardımcı olur. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7'de görüldüğü üzere, sürtünme kuvvetlerinin dişli yüzeylerinde nasıl dağıldığı analiz edilmiştir. Bu analizler, dişlilerin temas

noktalarındaki gerilme yoğunluğunu gösterir, bu da sistemin verimliliği ve ömrü üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir.



Şekil 3.6 : Dişli sistemin analizi 1

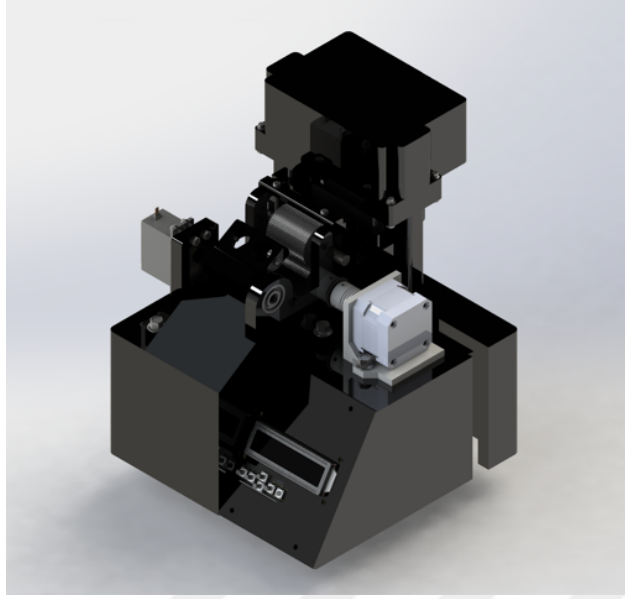


Şekil 3.7 : Dişli sistemin analizi 2

Mekanik analiz sonuçlarında dişli sistemi içerisinde ABS filament kullanımı, dişlilerin esnekliği ve dayanıklılığı açısından avantaj sağlamıştır. Ayrıca, şaftın ABS olmasına rağmen kritik değerlere sahip olması riskli olarak görülmüş ve bu sebepten şaft kısımları metal olarak üretilmiştir.

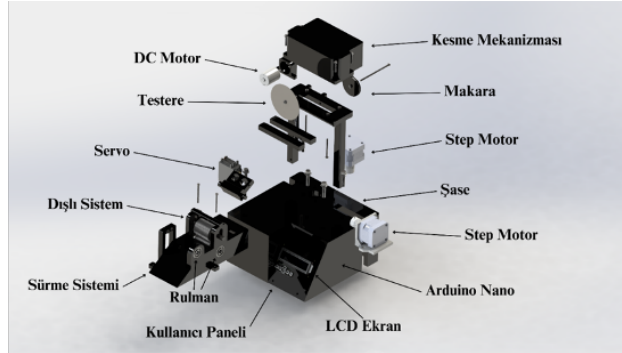
3.1.6. Mekanik tüm tasarım

Tüm sistemlerin birleştirilmesi ile oluşturulan makinenin tasarım süreçleri ile üretim süreçleri paralel bir şekilde gerçekleştirilmiştir Şekil 3.8'de gösterilen makinenin 3B izometrik görüntüsü geliştirilen sistemin son halini ifade etmektedir.



Şekil 3.8 : Makinenin 3B modelinin izometrik görüntüsü.

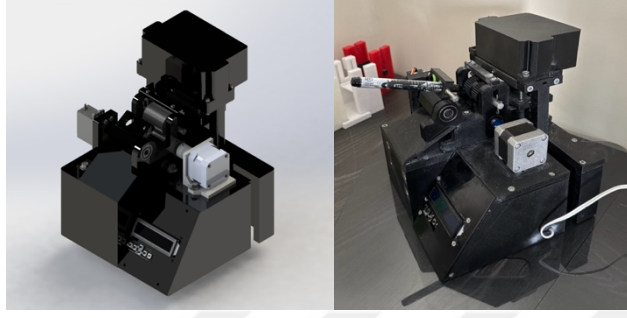
Sistem üzerinde yerleştirilen eleman ve komponentlerin daha net görülebilmesi adına tasarımın SolidWorks programı üzerinde hazırlanan patlatma görüntüsü Şekil 3.9’da ortaya konulmaktadır. Sistem üzerinde farklı bölümlerden oluşan sürme, işaretleme ve kesme elemanlarının kompakt bir tasarım sayesinde ne kadar kısa bir mesafede gerçekleştiği bu şekilde daha rahat anlaşılmaktadır.



Şekil 3.9 : Makinenin patlama görüntüsü.

Prototip çalışmalarının tamamlanması ile beraber ortaya konulan ürünün tasarım aşamalarında planlanan ürün ile birebir üretimi gerçekleştirilmiştir. Sistem tasarımı ve prototip ürün karşılaştırması Şekil 3.10’da gösterilmektedir. Ayrıca makinenin tüm parçalarının teknik çizimleri Ek-1’de gösterilmiştir. Bu süreç içerisinde hemen hemen her sistem(kesme, işaretleme ve boy ölçme) başlangıçta planlanan halinden uzak bir durumdadır. Süreç içerisinde gerçekleştirilen test çalışmaları ve her bir sistemin

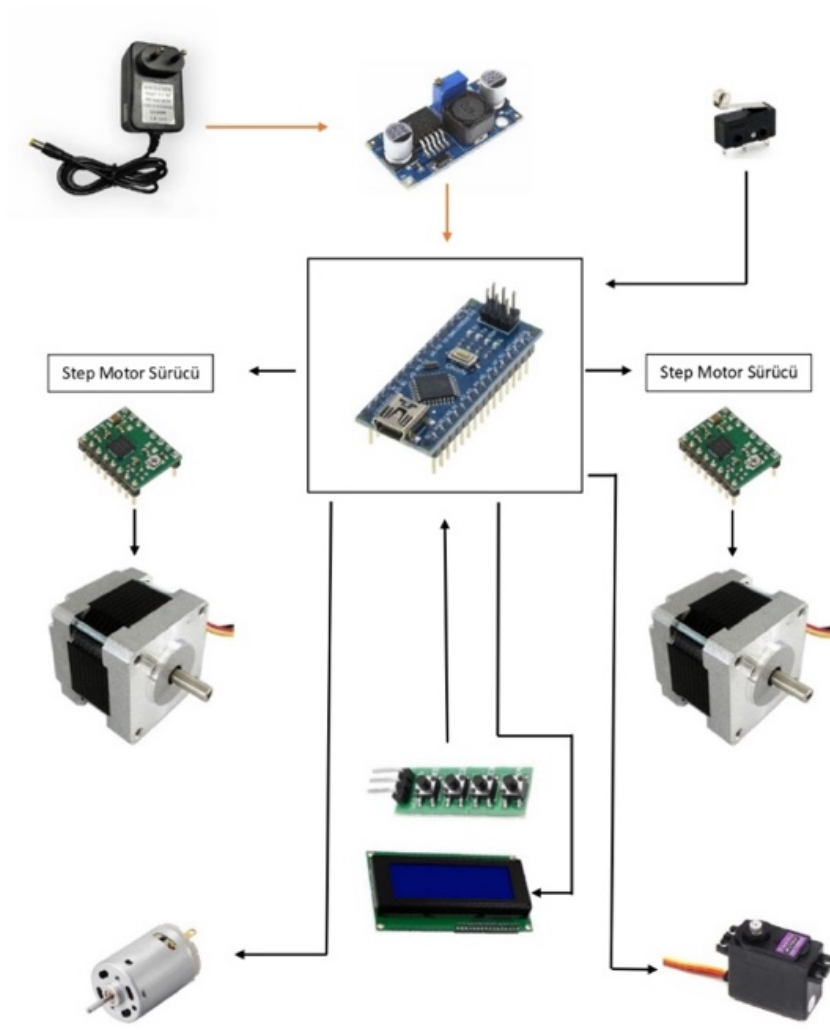
bağımsız çalışma denemeleri sonrasında tespit edilen problemler revizeler yardımıyla düzeltilmiştir. Son olarak sistem şimdiki halini almış ve istenen görevleri başarılı bir şekilde gerçekleştirebilme yeteneklerine sahip bir makine ortaya konulmuştur.



Şekil 3.10 : 3B tasarım ve prototip ürün karşılaştırılması.

3.2. Elektrik-Elektronik Alt Sistem Tasarımı

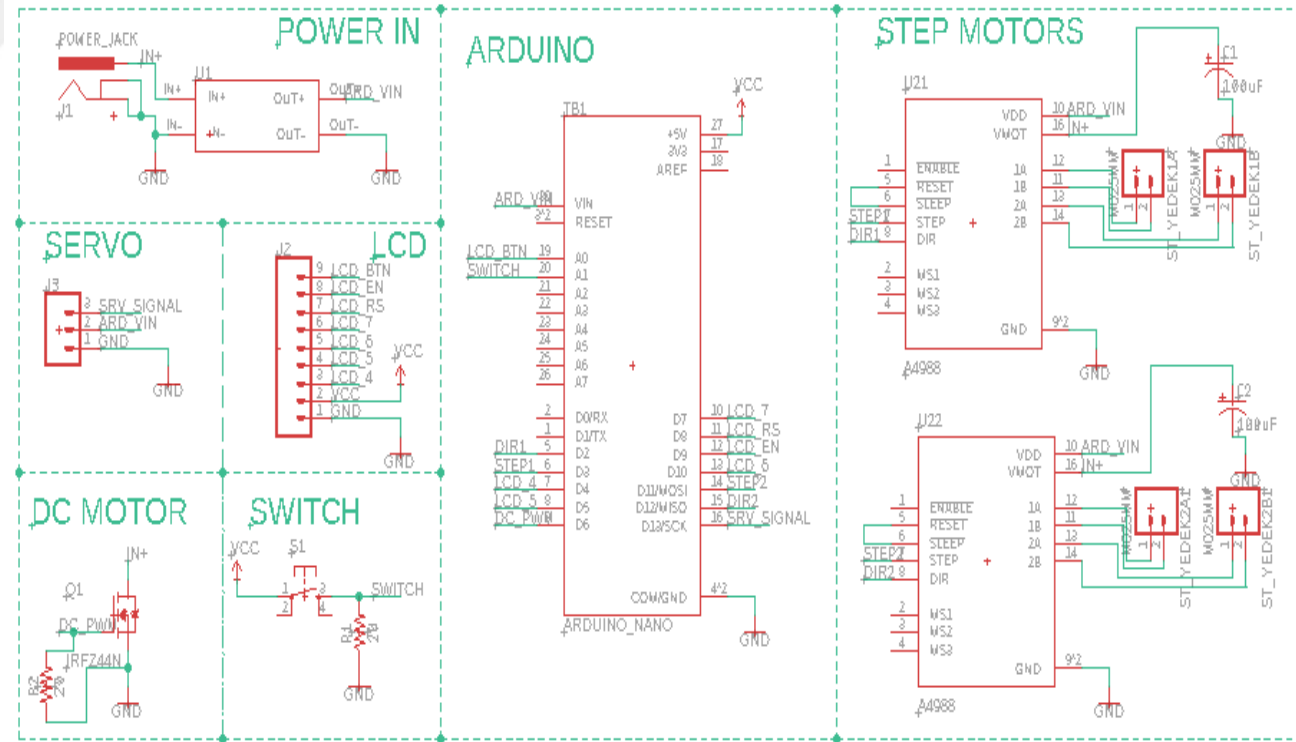
Sistem için kullanılması kararlaştırılan bu komponentlerin sistem üzerindeki yerleştirme va bağlantılı elemanlar şeması ise Şekil 3.11’de gösterilmiştir. Tüm bu bağlantı şeması sistem üzerindeki elektronik bağlantıların ve entegre sistemlerin çalışma mantığının daha kolay anlaşılabilmesini sağlayacaktır.



Şekil 3.11 : Komponent bağlantı şeması.

3.2.1. Kart dizilimi

Kart dizilimi çalışması Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Böylelikle sistemde kullanılan tüm komponentlerin hangi bölümde kullanıldığı net bir şekilde görülebilmektedir.



Şekil 3.12 : Devre şeması.

3.2.1.1. POWER IN Kısmı

Bu bölüm makinenin elektrik kaynağı ile voltaj regülatörünü içeriyor. Voltaj regülatörü, adaptörden gelen 12V'luk elektriği alır ve istenilen düzeye düşürür. Bu düşürülmüş voltaj, devredeki diğer bileşenlerin ihtiyacı olan uygun seviyelere indirilir ve dağıtılır. Adaptörden gelen 12V'lık elektrik, voltaj regülatörünün IN+ ve IN- pinlerine bağlanır. Voltaj regülatörü, bu giriş voltajını istenilen sabit bir çıkış voltajına düşürmek için içindeki devre elemanlarını kullanır. Örneğin, IN+ ve IN- pinlerine bağlanan 12V'luk giriş voltajı, regülatörün çıkış pinlerinden 5V'luk bir çıkış voltajı olarak elde edilir. Bu 5V'luk çıkış, devredeki diğer bileşenleri, özellikle Arduino gibi 5V'luk elemanları beslemek için kullanılır. Bu sayede, devredeki bileşenlerin uygun voltaj seviyelerinde çalışması sağlanır ve stabil bir güç beslemesi elde edilir.

3.2.1.2. Step Motor Kısmı

Step motorların devre şeması ve sürücü bağlantılarını içeren bu bölüm, fermuar çekme ve kesme işlemlerini gerçekleştiren step motorların kontrol edilmesi için gerekli olan sürücü kartları ve bağlantılarını gösterir. Bu bölüm, fermuar çekme ve kesme işlemlerini gerçekleştiren step motorlarının kontrolünü sağlamak için gereken tüm bilgileri içerir. İlk olarak, step motorlarının devre şemasını detaylı bir şekilde sunar. Bu şema, motorların elektrik devresinin nasıl kurulduğunu ve hangi bileşenlerin kullanıldığını gösterir. Ardından, sürücü kartlarının ve bağlantılarının ayrıntılı bir açıklamasını sağlar. Bu kartlar ve bağlantılar, motorların doğru bir şekilde çalışmasını sağlamak için hayati öneme sahiptir. Dolayısıyla, bu bilgilerin doğru bir şekilde anlaşılması ve uygulanması, tüm sistemin düzgün bir şekilde çalışmasını sağlar.

3.2.1.3. Servo Motor Kısmı

Servo motorun sinyal pini, Arduino kartının D13 numaralı pinine bağlanmaktadır. Bu bağlantı, servo motorun doğru sinyalleri alarak istenen hareketi gerçekleştirmesini sağlar. Ayrıca, servo motorun güç ihtiyacı, 5 voltluk bir voltaj regülatörü tarafından karşılanmaktadır. Bu regülatör, motora istikrarlı ve kesintisiz bir enerji akışı sağlar, böylece servo motorun düzgün ve verimli bir şekilde çalışmasını destekler.

3.2.1.4. LCD Kısım

LCD ekranın bağlantılarını detaylandırmak gerekirse, LCD ekranın 16 pinli bir yapısı bulunmaktadır. Bu pinlerin her biri, belirli bir fonksiyona sahiptir ve doğru şekilde bağlanmaları önemlidir. Ekranın güç bağlantısı, Arduino'nun 5V güç pinine bağlanarak yapılır. Bu güç bağlantısı, ekranın tüm elektronik bileşenlerinin çalışması için gerekli enerjiyi sağlar.

Ekranın veri pinleri, yani D4, D5, D7, D8, D9 ve D10 pinleri, Arduino'nun dijital pinlerine bağlanarak veri iletişimi sağlanır. Bu bağlantılar, LCD ekranın Arduino'dan gelen komutları alıp işlemesini ve ekranda görüntü oluşturmasını sağlar.

LCD ekranın analog pinleri de, özellikle A0 pininin Arduino'nun A0 pinine bağlanması, analog sinyallerin işlenmesi ve doğru görüntü oluşturulması için gereklidir. Bu bağlantı, ekranın doğru çalışmasını ve kullanıcıya doğru bilgileri göstermesini sağlar.

3.2.1.5. DA MOTOR Kısım

2V'luk bir DA motoru beslemek için bir adaptör kullanılmıştır. Motorun bu gerilimde çalışması nedeniyle, doğrudan Arduino'dan beslenmesi uygun değildir. Transistor ve direnç, Arduino'nun düşük güç çıkışını motorun ihtiyacı olan daha yüksek güç seviyesine yükseltmek için kullanılmaktadır. Transistör, Arduino'nun kontrol sinyalini alır ve bu sinyale bağlı olarak adaptörden gelen 12V'luk gücü motorun çalışması için yönlendirir. Direnç ise transistörün bazına giden akımı sınırlar, böylece transistör ve Arduino'ya zarar gelmesini önler. Bu basit devre, Arduino'nun güçlü olmayan çıkışını güçlendirmek ve motoru kontrol etmek için etkili bir yol sağlar.

3.2.1.6. SWITCH Kısım

Mikro anahtarın devresini gösteren bu kısımda, anahtar Arduino'nun 5V pininden A1 analog pinine bağlanmaktadır. Anahtara basıldığında, bu durum A1 pinindeki bir değişikliğe neden oluyor ve Arduino buna göre bir eylem gerçekleştirir. Bu bağlantı sayesinde mikro anahtar, Arduino'ya basit bir sinyal göndererek etkileşim sağlamaktadır.

3.2.1.7. ARDUINO Kısmı

Arduino voltaj regülatöründen 5V gerilim ile beslenmektedir, LCD ekranı, Servo motoru, DA motoru ve step motorların sürücülerini gibi ana elemanlara bağlanıp kontrol etmektedir.

3.2.2. Elektrik sistem güç tüketimi hesaplamaları

Her bileşen için güç tüketimi $P=V \times I$ formülüyle hesaplanmaktadır.

3.2.2.1. Nema 17 step motorların elektrik tüketim hesaplamaları

Voltaj (V): 12V

Akım (I): 1A

Nema 17'nin güç tüketimi denklem 3.1'de 12 W olarak elde edilmiştir.

$$P = 12V \times 1A = 12W \quad (3.1)$$

İki motor için toplam güç tüketimi Denklem 3.2'de hesaplanmıştır.

$$P = 2 \times 12W = 24W \quad (3.2)$$

3.2.2.2. Servo motorun elektrik tüketim hesaplamaları

Voltaj (V): 6V

Akım (I): 1,2A

Servo motor için gerekli güç tüketimi Denklem 3.3'te hesaplanmıştır.

$$P = 6V \times 1,2A = 7,2W \quad (3.3)$$

3.2.2.3. LCD ekranın elektrik tüketim hesaplamaları

Voltaj (V): 5V

Akım (I): 20mA

LCD ekran için gerekli güç tüketimi Denklem 3.4’de hesaplanmıştır.

$$P = 5V \times 0.02A = 0,1W \quad (3.4)$$

3.2.2.4. Arduino Nano’nun elektrik tüketim hesaplamaları

Voltaj (V): 5V

Akım (I): 20mA

Arduino nano için gerekli güç tüketimi Denklem 3.5’de hesaplanmıştır.

$$P = 5V \times 0,2A = 1W \quad (3.5)$$

3.2.2.5. DA motorun elektrik tüketim hesaplamaları

Voltaj (V): 12V

Akım (I): 0,5A

DA motor için gerekli güç tüketimi Denklem 3.6’da hesaplanmıştır.

$$P = 12V \times 0,5A = 6W \quad (3.6)$$

3.2.2.6. Toplam güç tüketimi

Toplam güç tüketimi Denklem 3.7’de hesaplanmıştır.

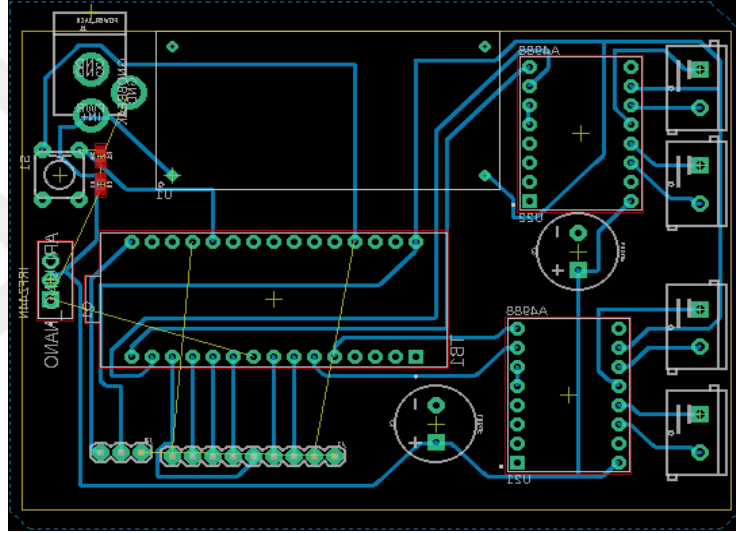
$$P = 24W + 7,2W + 0,1W + 1W + 6W = 38,3W \quad (3.7)$$

3.2.3. PCB kartı

PCB kart tasarımı kısmında, Autodesk Eagle uygulaması kullanılarak tasarlanan ve CNC makinesi ile basılan kartın aşamaları görsel olarak sunulmuştur. Bu bölümde, PCB kartın tasarımından, basımına ve montajına kadar olan süreç detaylandırılmıştır.

3.2.3.1. PCB kart tasarımı

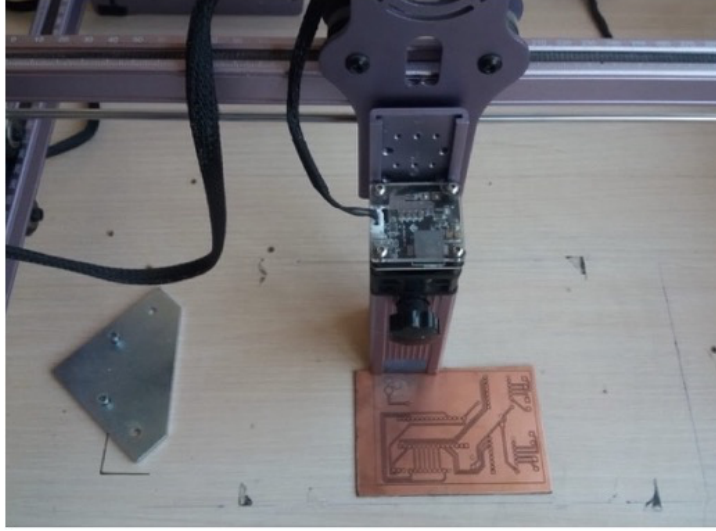
Autodesk Eagle kullanılarak PCB kartın elektronik bileşenlerin ve bağlantı yollarının çizimi gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.13'te devrenin BRD formatındaki görüntüsü gösterilmiştir.



Şekil 3.13 : PCB tasarım görüntüsü.

3.2.3.2. PCB kart üretimi

Tasarlanan PCB üretimi için lazer makinesi kullanılmıştır. Eagle programında gerçekleştirilen çizimi Gerber File formatına çevrilerek basıma hazır hale getirilmiştir. Daha sonra lazer makinesine göndermek için FlatCAM adlı program kullanılmıştır. Lazer makinesi ile bağlantı yollarının kazılması işlemi Şekil 3.14'te gösterilmiştir.

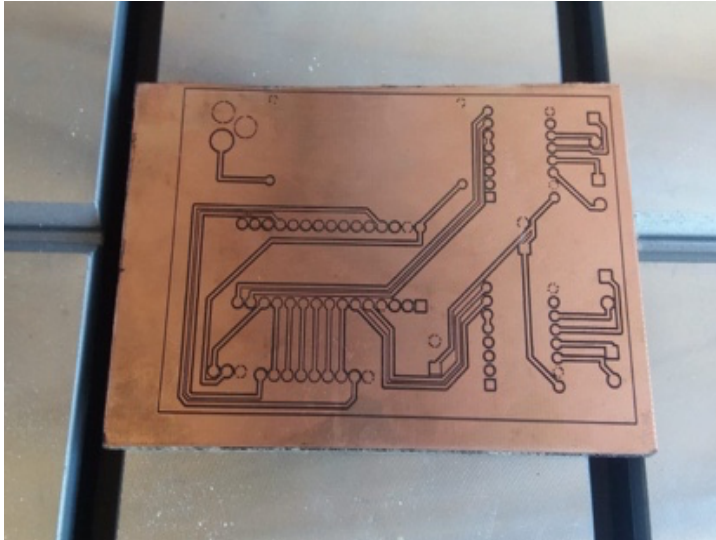


Şekil 3.14 : Lazer makinesi ile bağlantı yollarının kazılması.

Ardından bakır plakayı tuz ruhu ve hidrojen peroksitten oluşan karışımın içerisinde bekletilmiştir. Böylelikle bağlantı yolları dışındaki bakır tabakası yok edilmiştir.

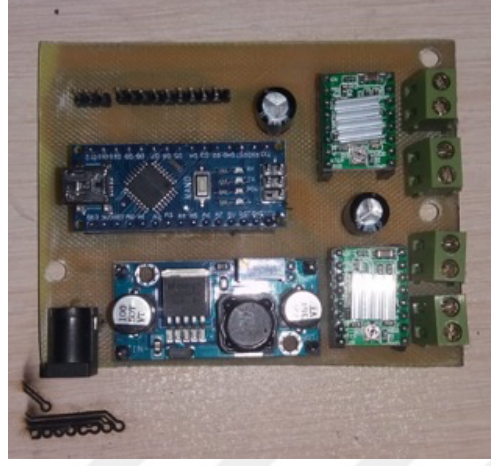
3.2.3.3. Komponentlerin devreye entegrasyonu

Montaja hazır olan PCB’de gereken delikleri açtıktan sonra komponentlerin lehimleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bakır plaka üzerindeki yolların yazdırılmış hali Şekil 3.15’te gösterilmiştir.



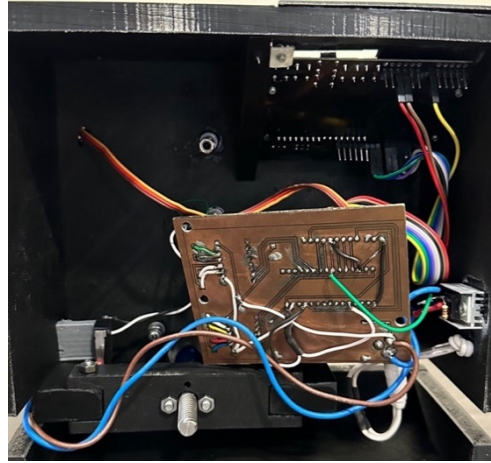
Şekil 3.15 : Bakır plaka üzerine yolların yazdırılmış hali.

Kısa devre veya arıza durumunda komponent değişiminin kolay olabilmesi için devreye komponentlerin bağlandığı dişi pinler lehimlenmiştir. Komponent montajı sonrası PCB şekil 3.16’da gösterilmektedir. Böylelikle devre hazır hale getirilmiştir.



şekil 3.16 : Komponent montajı sonrası PCB.

Son olarak makinenin devre bağlantıları gerçekleştirilmiştir. Makinenin bağlantılarının son halinin görüntüsü şekil 3.17’de gösterilmektedir. Step motor, servo motor ve kullanıcı paneli olan LCD ekran bağlanmıştır.



şekil 3.17 : Makine bağlantılarının son hali.

3.3. Kontrol Alt Sistem Tasarımı

Bu tez çalışması kapsamında üretilen sistemin bir diğer avantajı da diğer sistemlere kıyasla kontrolünün daha kolay olmasıdır. Bunun sebebi kompakt bir makine ve sadece basit komponentlerden oluşmasıdır.

3.3.1. Kullanıcı paneli

Makinenin paneli daha önce makineyi hiç kullanmayan birinin bile kolaylıkla kullanabileceği şekilde tasarlanmıştır. Bunun için Şekil 3.18’de gösterilen LCD ve Tuş Takımı Shioldi kullanılmıştır.



Şekil 3.18 : LCD ekranın ve Shield’in devre bağlantısı.

Makine kesme ve işaretleme işlemleri için kullanıcıdan 4 veri istemektedir.

- Kesilecek Fermuar adedi,
- Fermuarın Boyu,
- 1. İşaretin ilk uçtan uzaklığı (Z1),
- 2. İşaretin son uçtan uzaklığı (Z2).

ilk olarak kullanıcıdan adet girişi istemektedir, kullanıcı shield üzerinde bulunan tuşlar yardımıyla veri girişi yapmaktadır. Bu durum Şekil 3.19’da gösterilmektedir. Eğer kullanıcı adedi 0 olarak girerse hata vermektedir. Bu durum Şekil 3.20’de gösterilmektedir. Tuşların görevleri aşağıdaki gibidir.

- Kırmızı ile gösterilen tuşlar +1,-1,
- Yeşil ile gösterilen tuş +5,
- Mavi ile gösterilen tuş +10,

- Sarı ile gösterilen tuş ileri tuşudur.



Şekil 3.19 : Kullanıcı paneli ve tuş atamaları.



Şekil 3.20 : Adet 0 olamaz hatası.

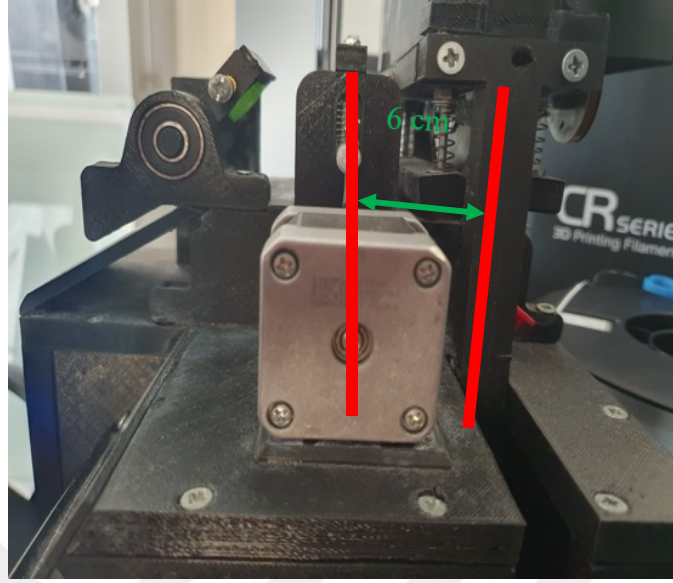
Ardından kullanıcıdan kesilecek fermuarın boyunu sormaktadır, kullanıcı cm biriminde uzunluğu girmektedir. Bu durum Şekil 3.21’de gösterilmektedir.



Şekil 3.21 : Fermuar boy giriş ekranı.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta kesilecek fermuar boyunun 8 cm’den küçük olmaması, çünkü atılabilecek ilk işaret fermuarın ilk ucundan en az 6 cm uzaklığındadır bunun nedeni ise kesim bıçağı ile servo motor arasındaki mesafenin 6

cm olmasıdır. Şekil 3.22’de kesme sistemi ve işaretleme sistemi mesafesi gösterilmiştir.



Şekil 3.22 : Kesme sistemi ile işaretleme sistemi arasındaki mesafe.

Z1 girişi ve $Z1 < 6$ olamaz hatası Şekil 3.23 ve Şekil 3.24’te gösterilmektedir. Ayrıca Z2 girişi ve $Z2 < \text{boy} - Z1$ olamaz hatası Şekil 3.25 ve Şekil 3.26’da gösterilmektedir. Dolayısıyla $\text{boy} - Z1$ en az 1 olması gerekir, bu da fermuar boyunun en az 8 cm veya daha büyük olabileceği anlamına gelmektedir.



Şekil 3.23 : Z1 değeri giriş ekranı.



Şekil 3.24 : $Z1 < 6$ olamaz hatası.



Şekil 3.25 : Z2 değeri giriş ekranı.



Şekil 3.26 : $Z2 < \text{boy} - Z1$ olamaz hatası.

Makinenin kesim yaptığını ve kaçınıcı fermuarda olduğunu belirten bilgi LCD ekranda Şekil 3.27 gibi gösterilmektedir.



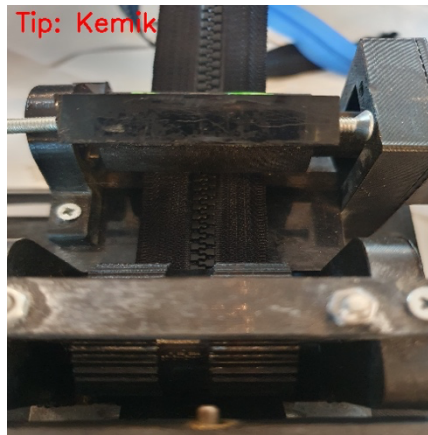
Şekil 3.27 : Kesilen fermuar sayısının gösterilmesi.

3.3.2. Görüntü işleme algoritmaları

Fermuar kesme makinesi süreçlerinde fermuar tipini ayırt etme noktasında yerleşik kamera sisteminden yararlanılmıştır. Buna ilave olarak makine içerisinde belirtilmiş olan işaretleme noktalarının doğruluğu harici bir kamera yardımı ile test edilmiştir. Otomatik sistemler, insan kontrol sistemine kıyasla doğruluğu, güvenilirliği ve hızı büyük ölçüde artırır. Ayrıca, otomatik kontrol ve tespit sistemi yüksek bir hata tespit oranı sağlar [18].

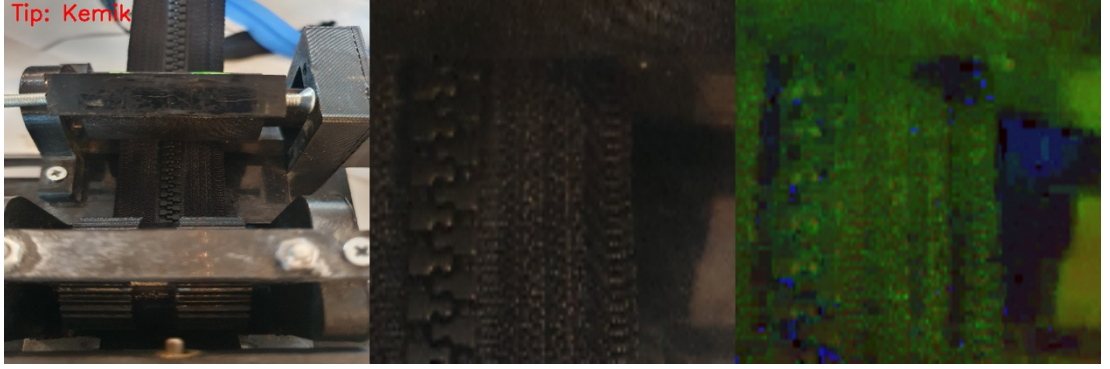
Renk tanımı, genellikle HSV temsil modeli olarak bilinen renk tonu, doygunluk ve yoğunluk değerleri açısından yapılır. Renk tonu, bir kaynaktan çıkan enerjinin en büyük olduğu görünür ışık spektrumundaki dalga boyudur. Başka bir deyişle, saf rengi tanımlayan bir renk niteliğidir. Doymunluk, bir ışık kaynağından çıkan görünür çıktının görelî bant genişliği için bir ifadedir ve saf bir rengin beyaz ışıkla ne kadar seyreltildiğinin bir ölçüsünü verir. Yoğunluk değeri, parlaklıkla eş anlamlı olan görünür ışık kaynağının enerji çıktısıdır [19].

İşlemin ilk adımı, analiz edilen fermuarın tipinin doğru bir şekilde tespit edilmesidir. Bu adım, sonraki süreçlerin nasıl ilerleyeceğini belirlemesi yönünden önemlidir. Görüntü, fermuarın en belirgin olduğu belirli bir alana kırılır ve ardından OpenCV yoluyla RGB'den HSV renk uzayına dönüştürülür. HSV renk uzayı, renk dağılımından ayırdığı için renk kapsamı daha verimlidir. Kod içerisinde önceden tanımlanmış HSV aralıklarına dayalı olarak, kırılan görüntüdeki piksel verileri değerlendirilecektir. Tespit edilen fermuar türü, sonraki adımlar için süreç belirleyicisi olacaktır. Kemik fermuar tipinin tespit örneği Şekil. 3.28'de gösterilmiştir.

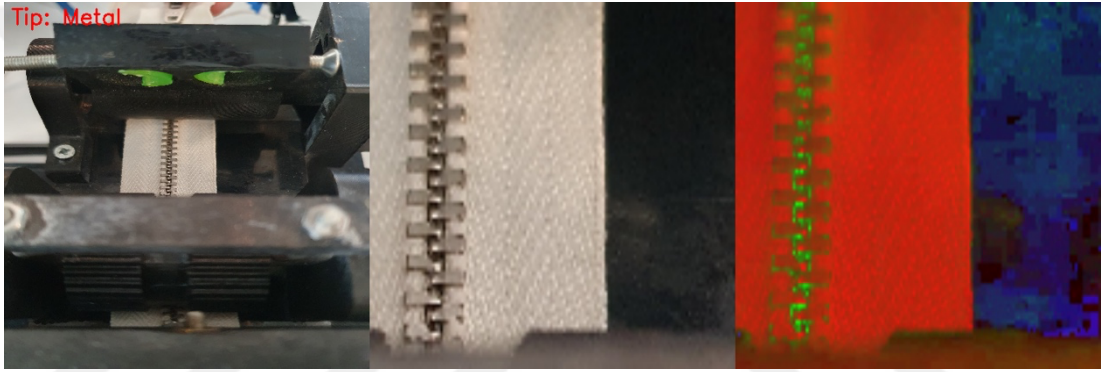


Şekil 3.28 : Takılı olan fermuarın kemik fermuar olduğunu tespit edilen örnek.

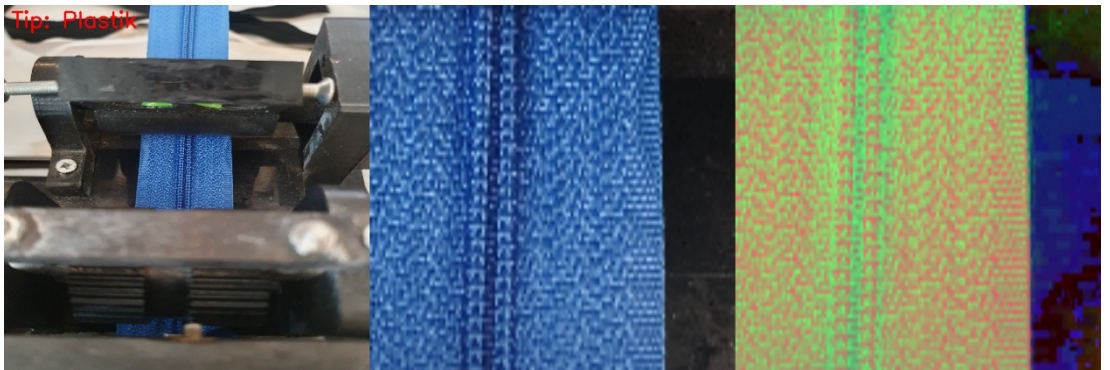
Algoritmanın çıktı örnekleri olarak kemik tip tespiti Şekil 3.29’da gösterilmiştir. Metal tip tesbiti Şekil 3.30’da gösterilmiştir, plastik tip tespiti ise Şekil 3.31’de gösterilmiştir.



Şekil 3.29 : Kemik tip tespit örneği.



Şekil 3.30 : Metal tip tespit örneği.



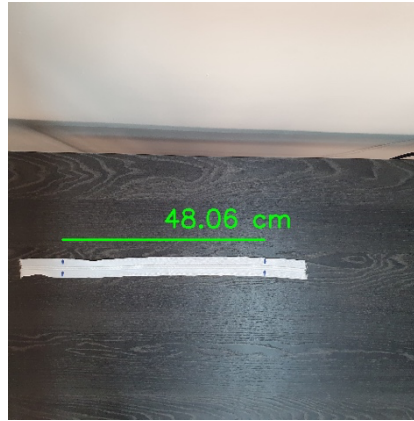
Şekil 3.31 : Plastik tip tespit örneği.

Fermuar kesimi gerçekleştirildikten sonra, fermuar üzerindeki işaretler arasındaki mesafe ölçülür. Her fermuar türünün farklı renkte işaretleri vardır (örneğin, beyaz fermuarlarda mavi işaretler, mavi veya siyah fermuarlarda beyaz işaretler). Bu işaretler arasındaki mesafenin doğru bir şekilde ölçülmesi, kalite kontrol veya diğer amaçlar için son derece önemlidir. Kod, tespit edilen fermuar türüne göre HSV aralıklarını

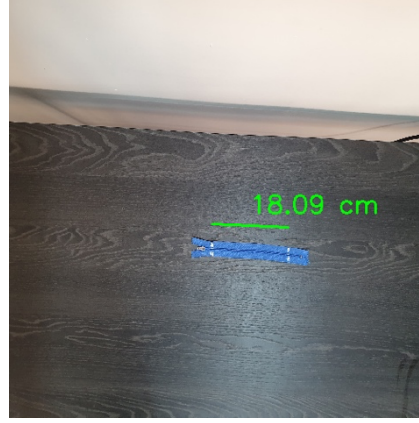
ayarlayarak doğru işaretleyici renginin tespit edilmesini sağlar. Ardından, OpenCV'nin findContours fonksiyonunu kullanarak, belirtilen renk aralığında işaretlerin kenarlarını tespit eder.

FindContours fonksiyonu, bir kontur takip algoritması olan boundary following (sınır izleme) yöntemi kullanır. Kontürü ise aynı şekillendirme analizi ve nesne algılamasından oluşan bir görüntünün kenarları boyunca tüm noktaları birleştiren çizgiler olarak tanımlanabilir [20]. Bu yöntem, ikili görüntüdeki kenar noktalarına göre bir sonraki sınır noktasını belirleyerek, bölgenin sınırını tamamen ve tekrarsız bir şekilde izler. Bu sayede, işaretlerin kenarlarının doğru bir şekilde belirlenmesi sağlanır [21].

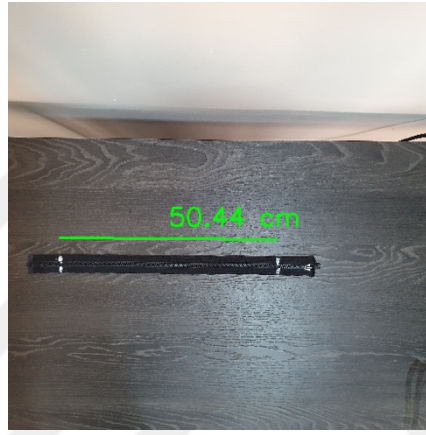
Kod, karşılıklı iki taraftaki işaretler arasındaki öklid mesafesini hesaplar ve bu mesafeyi sabit bir ölçekleme faktörü kullanarak (örneğin santimetre) gerçek dünya birimine dönüştürür. Bu faktör, kameranın sabit yerleştirilmesine dayalı olarak hesaplanmıştır ve ölçümler arasında tutarlılığı sağlar. Bu yöntemle elde edilen ölçüm değerleri, gerçek dünya ölçümleriyle karşılaştırıldığında %97,2 doğrulukla eşleştiği görülmüştür. Algoritmanın çıktı örnekleri olarak beyaz fermuar mesafe örneği Şekil 3.32'de, siyah fermuar mesafe örneği Şekil 3.33'de ve mavi fermuar mesafe örneği ise Şekil 3.34'te gösterilmiştir. Sıralı gerçek ve ölçülen değer karşılaştırma grafiği Şekil 3.35'de gösterilmiştir.



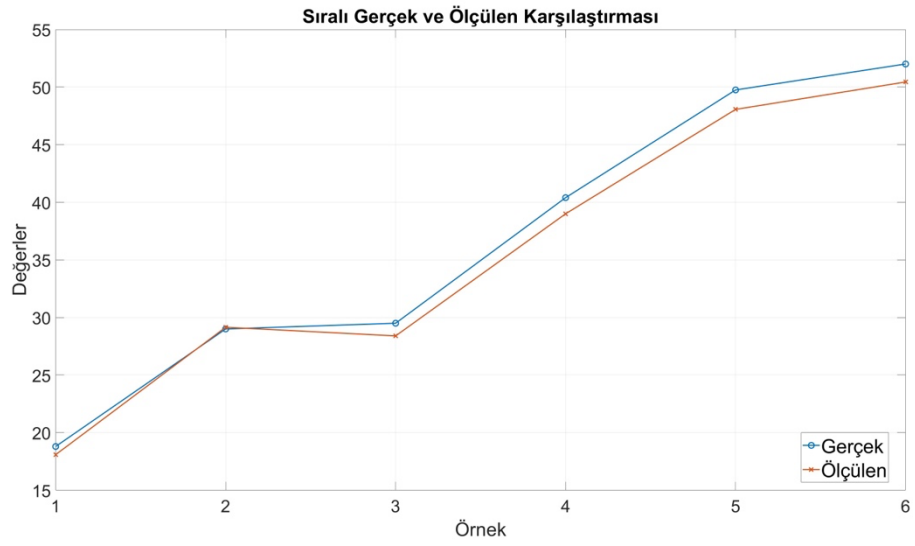
Şekil 3.32 : Beyaz fermuar için mesafe ölçümü örneği.



Şekil 3.33 : Mavi fermuar için mesafe ölçümü örneği.



Şekil 3.34 : Siyah fermuar için mesefa ölçümü örneği.



Şekil 3.35 : Sıralı gerçek ve ölçülen değer karşılaştırması.

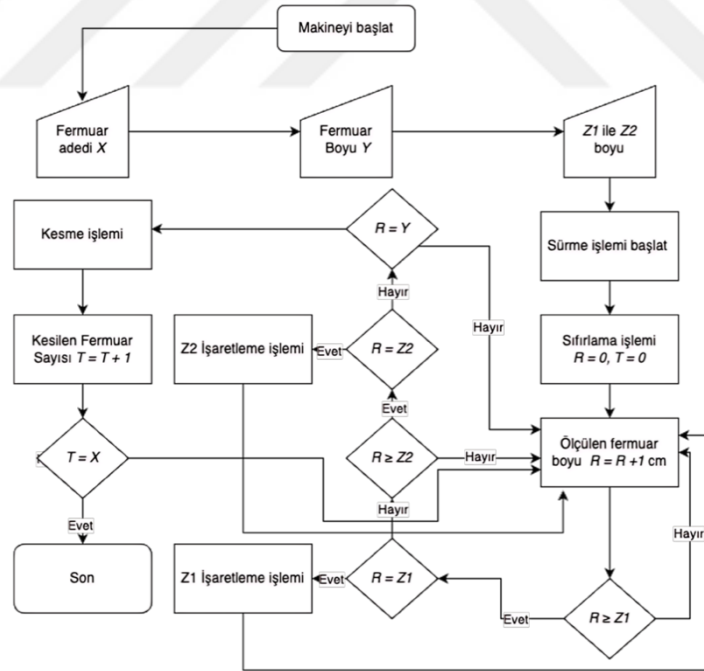
Fermuar işaretleme sistemlerinin kontrolü için geliştirilen görüntü işleme sisteminin doğruluk oranı Tablo 3.2’de gösterilmektedir. Bu verilerden yola çıkarak bu algoritmanın makine üzerinde kullanılabileceğine karar verilmiştir.

Tablo 3.2 : Gerçekte olan ve görüntü işleme ile ölçülen değerlerin karşılaştırması.

No	Gerçekte olan	Görüntü işleme ile ölçülen
1	18,8	18,09
2	29	29,15
3	29,5	28,4
4	40,4	39
5	49,75	48,06
6	52	50,44

3.3.3. Sistem algoritma akış diyagramı

Otomatik fermuar kesme sisteminin çalışması 3 ana süreçten oluşmaktadır. Tüm bu süreçler birbirleri ile entegre bir şekilde çalışmak zorundadır. Ortak çalışması gereken süreçler ve aralarındaki kontrol ilişkileri ise akış diyagramı Şekil 3.36’da belirtilmiştir.



Şekil 3.36 : Akış diyagramı.

Sistem başlatıldıktan sonra kullanıcıdan 3 farklı değer istenmektedir. Bu değerler kesilecek fermuar adedi, fermuarın boyu, Z1 ve Z2 işaretlerin uzaklıklarıdır.

Kullanıcı bu verileri girdikten sonra makine çalışmaya başlar. İlk olarak pozisyonunu bilmesi için bir sıfırlama işlemi gerçekleştirilir, hem boy hem de adet değişkenleri sıfırlanır. Sonrasında sürme sistemi fermuarları ölçerek kesme sistemine sürme işlemini gerçekleştirebilir. Z1 değerine eşit bir değere ulaşıldığı zaman, ilk işaretleme gerçekleştirilir. Daha sonrasında Z1 ile Z2 arası mesafe boyunca tekrar sürülür ve Z2 değerine ulaşıldığı anda ikinci işaretleme işlemi gerçekleştirilir. Kesme sistemi aktifleştince DA motor dönmeye başlamaktadır ardından step motor Z ekseninde DA motor ile bıçağı aşağıya doğru indirir ve fermuar kesme işlemi gerçekleşir. Bu işlemler sonrası 1 fermuar kesilmiştir, girilen fermuar adedince bu döngü tekrar eder. İstenilen adede ulaşıldığı anda makine durmaktadır.



BÖLÜM 4. OTOMATİK FERMUAR BOY ÖLÇME, İŞARETLEME VE KESME SİSTEMİNİN PROTOTİPİNİN ÜRETİLMESİ

Otomatik Fermuar Kesme Makinesi (OFKM) çalışmalarının ilk aşaması referans bir fermuar tipinin seçilmesi ile başlamıştır. Fermuar tipleri;

- Spiral Fermuar,
- Plastik Dişli Fermuar,
- Kemik Dişli Fermuar,
- Metal Dişli Fermuar,

olmak üzere 4 farklı türe sahiptir. Bu fermuar tiplerinin kullanım alanları farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, metal fermuarlar genellikle giyim sektöründe kot ve ceket gibi dayanıklılık gerektiren ürünlerde kullanılır. Spiral fermuarlar, hafif ve esnek yapılarıyla özellikle çantalar, dış giyim ve kamp malzemelerinde kullanılır. Plastik dişli fermuarlar, özellikle renkli plastik dişler sayesinde estetik bir görünüm sunduğu için genellikle çocuk giysileri ve hafif spor giyimde kullanılır. Kemik fermuar ise estetik ve dayanıklılık açısından kullanımı avantaj sağlamaktadır. Bu sebepten özellikle ev tekstil ürünlerinde, lüks yastık kılıflarında ve mobilya kaplamalarında kullanılır.

Bu aşamada ve bundan sonraki aşamalarda belirtilen ve kesme denemeleri gerçekleştirilen fermuar tipi kumaş kenarlı kemik fermuar tipidir. Bu fermuar tipi özellikle ev tekstili ürünlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Tüm prototip geliştirme aşamalarında referans olarak görüşleri alınan 2 farklı atölye bulunmaktadır.

Bu atölyelerin de en yaygın kullandıkları fermuar tipi kemik tipli fermuar tipleridir. Kemik Fermuar görüntüsü Şekil 4.1’de gösterilmektedir.



Şekil 4.1 : Kemik fermuar.

Fermuarlar fabrikalardan fermuar topları şeklinde çıkarılmaktadır. fermuar topu görüntüsü Şekil 4.2’de gösterilmektedir. Atölyelerde veya fermuar firmalarında kullanılacak ürüne uygun olarak boy ölçme, işaretleme, kesme ve elcik takma işlemleri sonrasında dikime hazır hale gelmektedir. Bu işlemlerin yaygın olarak el işçiliği ile gerçekleştirilmesi hatalı işlemlere ve firmaların üretim kapasitelerinin personel sayısına ve hızına bağlı kalmasına sebebiyet vermektedir.

Tekstil sektöründe makineleşme süreçleri gelişmiş olsa da yan sanayi ürünlerinde bu durum herkesin kullanabileceği derecede yaygınlaşmamıştır. Yerli üretimin yaygın olmaması ve makineleşme maliyetleri bu durumun temel sebeplerindedir.

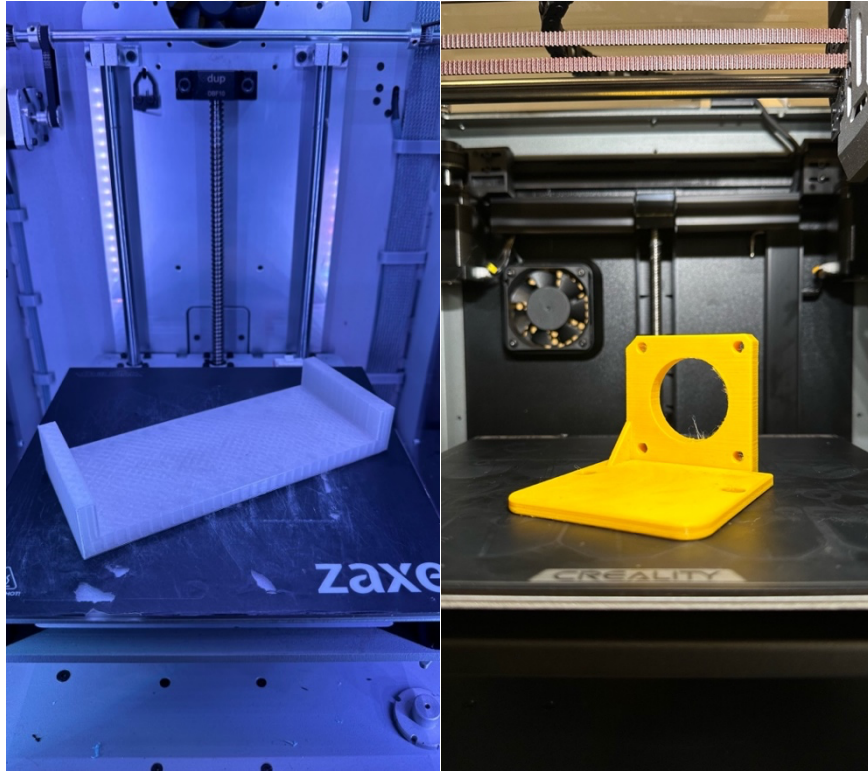


Şekil 4.2 : Kullanılan fermuar topu - kemik fermuar.

Prototipleme süreçlerinin, hızlı olması gerektiği için 3B yazıcılar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. 3B yazıcılar, prototiplerin hızlı bir şekilde oluşturulmasını ve test

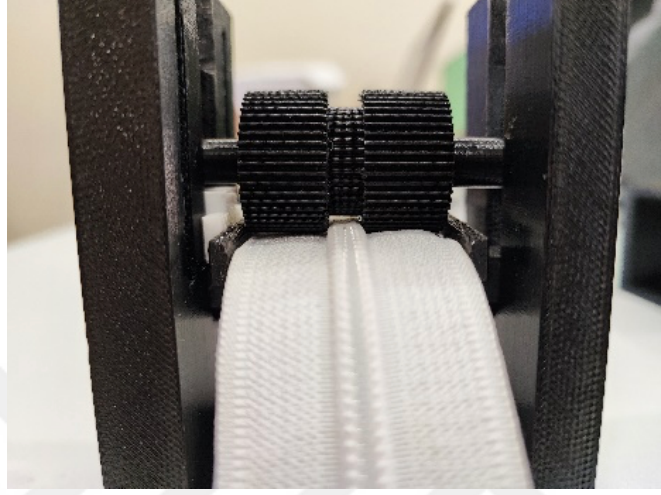
edilmesini mümkün kılarak, projenin başlangıç aşamasında daha sonra ortaya çıkabilecek potansiyel sorunları önceden tespit etme imkanı sunmuştur.

Herhangi bir sorunun erken bir aşamada belirlenip giderilmesine olanak sağlayarak projenin genel süresi ve maliyeti üzerinde olumlu bir etki yaratmıştır. Şekil 4.3'te görüldüğü gibi iki farklı yazıcı türünde alınan baskı çalışmaları örneklendirilmiştir. Bu aşamada Zaxe adlı makine üzerindeki baskı çalışması şu anda çalışmakta olan sistem şaşesinin parçasının görüntüsüdür. Creality marka cihazda alınan baskı görüntüsü ise sistemin daha önce test aşamalarında hazırlanmış motor yatağı tasarımının üretiminin görüntüsüdür. Proje süresi boyunca prototip üzerinde bulunan tüm parçaların üretimi bu yazıcılar yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Prototip çalışmalarında baskı kalitesinin va baskı doluluğu gibi kriterlerin üzerinde durulmamıştır. Daha sonra gerçekleştirilecek ürün geliştirme süreçlerinde ise bu kriterlere de dikkat edilerek son kullanıcı için göze hitap edecek bir baskı çalışması ortaya konulacaktır.



Şekil 4.3 : 3B printerda alınan baskı örnekleri.

Sürme sisteminde en iyi sonucu elde etmek için belirli gelişme süreçlerinden geçilmiştir. Sürme sistemi ilk tasarım görüntüsü Şekil 4.4'te gösterilmektedir Farklı tasarım ve yapılandırma seçeneklerini deneyerek, en verimli ve etkili çözüm bulunmaya çalışılmıştır. Bu süreç, bir dizi iterasyon ve iyileştirme döngüsü içeriyordu ve her biri, sistemin son haline ulaşmasına yardımcı oldu.

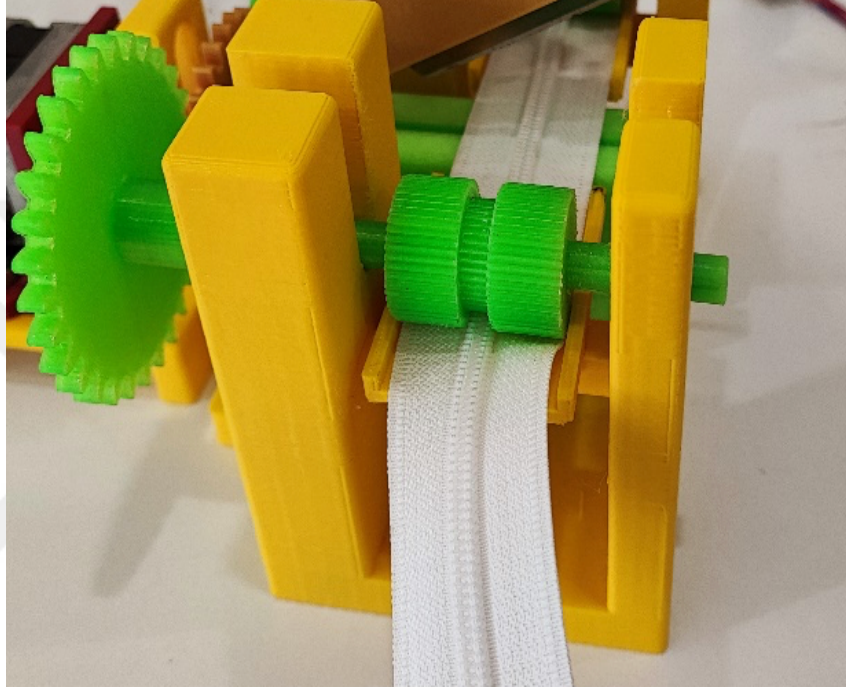


Şekil 4.4 : Sürme sistemi ilk tasarım.

Bu gelişme süreçlerinden geçerken, her aşamada detaylı testler yapılmıştır. Bu testler, sistemin performansını değerlendirmenin yanı sıra, olası tasarım hatalarını ve eksikliklerini belirlememize yardımcı oldu. Bu yaklaşım, tasarım sürecini sürekli olarak iyileştirmemize ve nihai ürünün kalitesini en üst düzeye çıkarmamızı sağladı.

Sonuç olarak, 3B yazıcıların hız ve verimlilik sağlayan bu prototipleme süreçlerine katkısı, çalışmamızın başarılı bir şekilde tamamlanmasında kilit bir faktör olmuştur. Bu teknoloji sayesinde, hızlı bir şekilde testler yapıldı, potansiyel sorunlar erken aşamada tespit edilebildi ve ürün sürekli olarak iyileştirilebilmiştir.

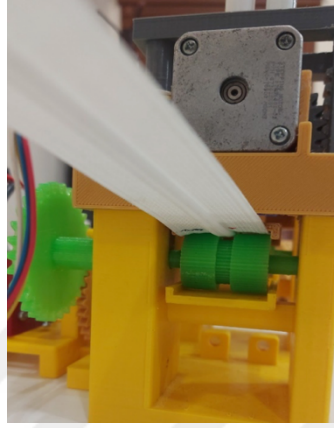
OFKM prototip çalışmaları sürme sistemlerinin test edilmesi ile beraber başlamıştır. Bu alışmalar fermuarın kemikli yapısı ve belirlenen fermuara uygun bir sürme sistemi şekil 4.5'te gösterilmektedir. Fermuar için hazırlanmış olan fermuar yatağı üzerine yerleştirildikten sonra üzerindeki kemik dişlerine oturan bir dişli mil yardımı ile sürme işlemi gerçekleştirilmeye çalışıldı. Bu aşamada karşılaşılan ilk problem fermuar yolunun kısa olması sonucu fermuarın yoldan çıkabilmesi ve katlanıp sürme işlemini yarıda bırakabilmesi olmuştur.



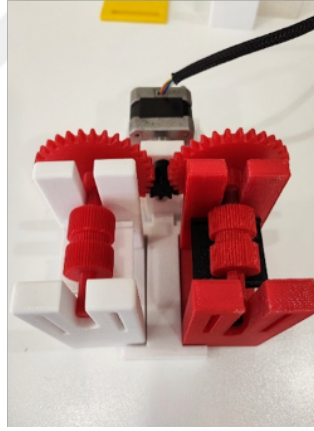
şekil 4.5 : Sürme sistemi geliştirmeleri.

Fermuar kanalının uzatılması, karşılaşılan sorunu zmedi. Bu durum bazı değişiklikleri zorunlu kıldı. İşlem sırasında fermuar türlerinde işaretlemenin yapıldığı kısmın, fermuarın arka yüzü olması gerektiğine dair bir gereklilik var. Bu nedenle, dişli sistem üzerinde bir revizyon yapma ihtiyaı doğdu. Dişli sistemi, daha uygun bir konum olan aşağıya almak için tasarım değişiklikleri gerçekleştirildi. Bu değişiklikler, genel işleyişi iyileştirmeye yardımcı oldu fakat problemin tam olarak çözülmesini sağlayamadı.

Revizyon ve tasarım değişiklikleri, prototipin geliştirilmesi sürecinde önemli bir adım oldu. Sürekli testler ve denemeler yapmaya devam edildi. Bu süreçte her karşılaşılan sorun, yeni bir çözüm üretme ve prototipin daha da geliştirilmesi için bir fırsat oldu. Sürme sistemi prototip 1 görüntüsü Şekil 4.6’da gösterilmektedir. Sürme sistemi prototip 2 görüntüsü ise Şekil 4.7’de gösterilmektedir.

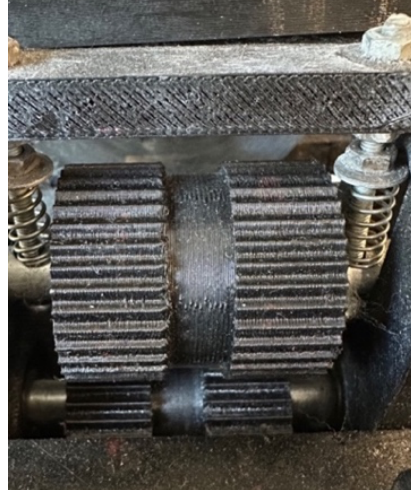


Şekil 4.6 : Sürme sistemi prototip 1.



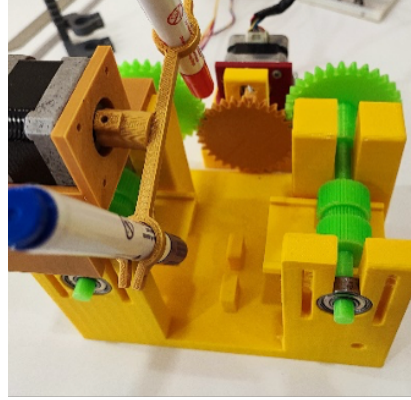
Şekil 4.7 : Sürme sistemi prototip 2.

Son olarak sistem iki dişli mekanizma arasında yaylı sistemler ile sıkıştırılmış fermuarın motorlar yardımıyla ilerletilmesi üzerine sorunsuz bir şekilde çalışmaktadır. Sistem üzerinde kemik tip fermuarın kemikli yapısı için dişli sistemleri ortasında kanal açılmıştır. Sürme sistemi son halinin görüntüsü Şekil 4.8’de gösterilmektedir.



Şekil 4.8 : Sürme sistemi son hali.

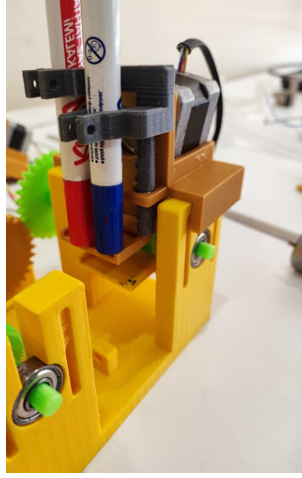
Sürme sistemi tüm sistemin doğru çalışması ve hata olmaması gereken en önemli süreçtir. Sürme sistemi sonrası gerçekleşecek olay ise işaretlemenin gerçekleşmesidir. İşaretleme farklı kalem tercihleri ile gerçekleştirilmektedir. Bu kısmın en önemli noktası ise işaretleme işleminin dikim esnasında referans nokta olarak kabul edilmesidir. İşaretlemenin yanlış olması dikim işlemlerinin yanlış olmasına ve ürünlerin hatalı bir şekilde ortaya çıkmasına sebebiyet verecektir. Step motorun kullanıldığı ilk işaretleme tasarım çalışması Şekil 4.9’da gösterilmektedir.



Şekil 4.9 : İşaretleme sistemi ilk tasarım denemesi.

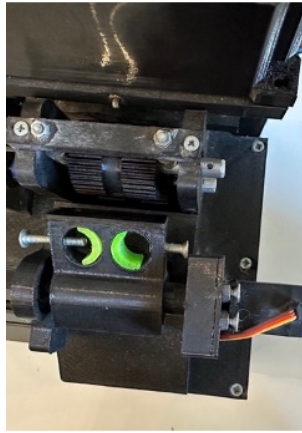
İlk denemelerde gerçekleştirilen işaretleme sistemleri fermuarların herhangi bir noktasını işaretlemek üzerine kurulmuştur. İşaretleme sisteminin ikinci tasarım şekli Şekil 4.10’da gösterilmektedir. Bu aşamada farklı sistemler denense de alınan geri bildirimler neticesinde fermuarların sadece en dış noktalarının işaretlenebileceği öğrenilmiştir. İşaretleme sisteminde çok kompleks bir süreç işletilmediği için nihai

olarak elde edilen sistem ile şu anki sistem üzerinde çok farklı bir yapı bulunmamaktadır.



Şekil 4.10 : İşaretleme sistemi 2. tasarım değişikliği.

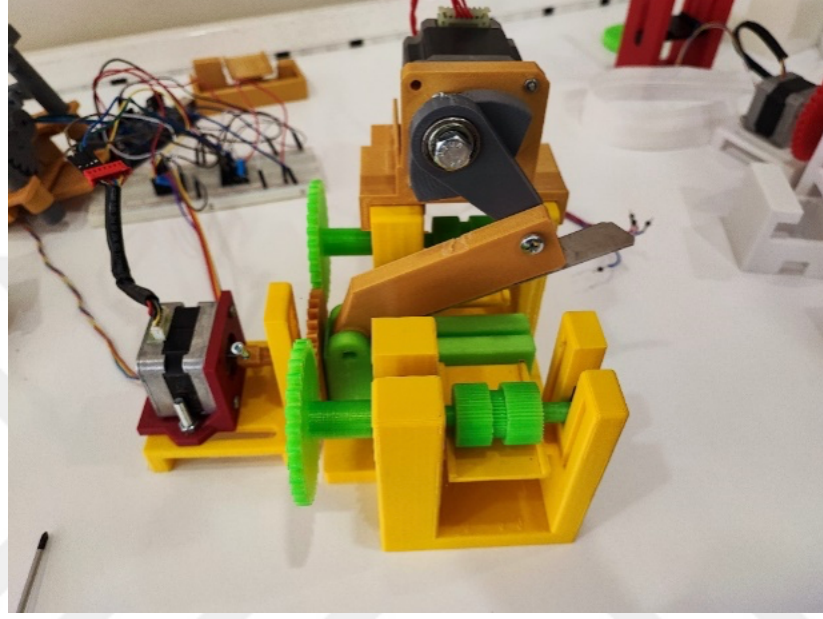
İşaretleme sistemi, Şekil 4.11’da gösterildiği gibi her bir fermuar boyu için iki noktada çalışması gerekmektedir. Talep edilen fermuarın boyunun belirlenmesi sonrası işaretlenecek mesafe belirlenmelidir. LCD panel üzerinde manuel olarak yapılacak olan bu belirleme işleminde iki değeri birbirinden farklı olarak seçilebilmektedir. Dikim sürecine bağı olarak değışebilen bu mesafeleri kullanıcı firmalar belirleyecektir.



Şekil 4.11 : İşaretleme sistemin son hali.

Prototip aşamalarında en problemlili ve gerçekteştirmesi zor olan kısım ise kesme işlemi olmuştur. Kesme işlemindeki zorluğun bir sebebi seçilen fermuar tipinin kemikli bir fermuar tipi olmasından kaynaklanmaktadır. Dayanıklı kemik yapısı sayesinde sanayide üretimi gerçekteştirilen bıçakların ağız kısımlarında kısa sürede deformasyon meydana gelmektedir. Ayrıca fermuarın kenar kısımlarının kumaş olması sebebiyle

sıcak ve lazer kesim işlemleri sonucunda ortaya çıkabilecek kötü senaryolardan kaçınılmıştır. Kesme sürecinde ve makine için parça bulma konusunda yeni bir bıçak sistemi ortaya koymak yerine piyasada aktif olarak bulunan ve maket bıçağı olarak bilinen keskin jiletlerin kullanılması planlanmıştır. Şekil 4.12’de maket bıçağı jileti ile kesim sistemi gösterilmektedir. Böylelikle yıpranan bıçak yapısı olduğunda yenisinin temini bir problem olmaktan çıkmıştır.

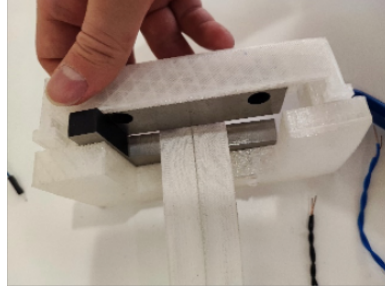


Şekil 4.12 : Maket bıçağı jiletiyle kesme sistemi.

Kesme sisteminin çalışması için yapılan denemeler, sabitleştirilmiş zemin üzerinde bıçak mekanizması ile fermuarın sıkıştırılması sonucu kesmeye çalışılarak başlamıştır. Bu sistemde iki farklı kesme mekanizması denenmiştir. Giyotin ve hareketli makas sistemleri bu zemin üzerinde fermuar kesme işlemi için kullanılmaya çalışılmıştır. Fermuarın kemikli yapısı sabit zemin üzerinde bu sistemler aracılığı ile kesilememiştir.

Daha sonra sabit zemin içerisinde bıçak kanalı açılmış ve fermuar gerilerek kesilmeye çalışılmıştır. Bu sistemin çalışması sırasında ise hem sanayi bıçakları hem de maket bıçakları seri bir şekilde yıpranmış ve sürekli bir kesim işlemi sağlanamamıştır.

Bir başka denemede ise iki bıçak arasında sıkıştırılarak kesim işlemi gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. İki bıçaklı soğuk kesim sistemi Şekil 4.13’te gösterilmektedir. Tüm bu denemeler neticesinde ise seri bir kesme yeteneğine sahip herhangi bir sistem ortaya konulamamıştır.



Şekil 4.13 : Soğuk kesim sistemi denemesi.

Son olarak ortaya konulan sistem ise DA motor aracılığı ile özel kumaş testerelerinden sekizgen bir yuvarlak kesme bıçağının motor miline bağlı bir kayış sistemi aracılığı ile, Şekil 4.14'te gösterildiği gibi yüksek hızda döndürülmesi, aynı zamanda giyotin sistemleri gibi bu bıçak sisteminin dönerken aşağı yönde hareket etmesi sonucu fermuarlar sorunsuz bir şekilde kesilmeye başlanmıştır. Bu sistemin tek dezavantajı ise kesme süresinin 20 sn dolaylarında olmasıdır.



Şekil 4.14 : Kesme sisteminde DA motor ile kumaş kesme bıçağı.

4.1. Geliştirilecek Özellikler

Makinede yapılan testler sonucunda ileride yapılacak geliştirmeler belirlenmiştir. Bu geliştirmeler arasında ilk olarak kullanıcı paneli gelmektedir, şu anki makinede kullanıcı paneli daha önce de bahsedildiği gibi Lcd 16x2 ekranı ve basit butonlardan oluşmaktadır. Bu tasarım, NEXTION 7.0 akıllı LCD dokunmatik ekran modülü ile değiştirilecektir; böylelikle daha modern ve kullanıcı dostu bir arayüz sağlanacaktır.



Şekil 4.15 : NEXTION 7.0 LCD dokunmatik ekran

Bu tür gelişmiş HMI sistemleri, operatörlerin süreçleri daha etkin bir şekilde yönetmelerine olanak tanımaktadır [22].

Bir başka önemli geliştirme, işlemci performansıdır. Arduino Nano bu aşama için yeterli olsa bile, bazı projelerde daha yüksek hız, daha fazla bellek ve daha geniş I/O kapasitesi gibi gereksinimlerden ve daha karmaşık algoritmaların ve veri yoğun işlemlerin üstesinden gelinmesine olanak tanınmasından dolayı Teensy 4.0 modülü kullanılması planlanmıştır. Teensy 4.0 modülü Şekil 4.16’da gösterilmiştir.



Şekil 4.16 : Teensy 4.0

Kesim sistemini geliştirmek amacıyla tamamen farklı bir yöntem denenmesi planlanmıştır. Mevcut kesme sistemi, kesim işlemini başarılı bir şekilde gerçekleştiriyor olsa da, süre açısından verimsiz sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Kesim işlemi yaklaşık olarak 30 saniye sürmekte olup, bu süre yüksek adetlerde büyük sorunlara neden olabilmektedir. Çözüm olarak sıcak kesim kullanılacaktır. Sanayi tipi bıçaklara fişek ısıtıcı rezistans ile K-Tipi termokupl sensör eklenecektir. Böylelikle şu anki sistemde kullanılan DA motor, step motor ile değiştirilecektir.

Bu değişikliklerin sonucunda makinenin güç kaynağının da 12 V’tan 24 V’a çıkarılması planlanmıştır.

BÖLÜM 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Gerçekleştirilen çalışma sonrası yapılan test kesimlerinde sürme sistemi aşamasında girilen boy ölçüsü ve elde edilen boy ölçüleri karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur. Ortaya çıkan ilk boy ölçümü işlemi sonuçları Tablo 5.1’de sunulmuştur. Ölçülen boy hata oranı, doğrudan işaretleme noktalarına etki edecektir. Değerlendirmenin ilerleyen aşamalarında bu etkinin Z1 ve Z2 işaretleme noktalarındaki etkileri gösterilmiştir.

Tablo 5.1 : Boy hata oranları.

Örnek	Boy (mm)	Ölçülen Boy (mm)	Boy Hatası (%)
1	48	46,5	3,13%
2	48	47	2,08%
3	48	47	2,08%
4	48	46,8	2,50%
5	48	46,6	2,92%
6	48	46,7	2,71%
7	48	47	2,08%
8	48	46,8	2,50%
9	48	47,1	1,87%
10	48	47,5	1,04%
Toplam			2,29%

Tablo 5.1’de görülen verilere göre, sürme sistemi aşamasında yapılan boy ölçümleri sonucunda girilen boy ölçüsü ile elde edilen ölçüler arasında %2,29 oranında bir hata payı bulunmaktadır. Bu hata oranı, sistemin doğruluğunu ve tekrarlanabilirliğini değerlendirme açısından kritik bir göstergedir. En yüksek hata oranı %3,13 ile birinci örnekte, en düşük hata oranı ise %1,04 ile onuncu örnekte gözlemlenmiştir. Bu durum, makinenin farklı durumlarda nasıl performans gösterdiğini ve potansiyel iyileştirme noktalarını belirlemek için önemli bir veri sağlar. Piyasada bulunan makinelerin hata oranları ele alındığında ise bu hata oranları kabul edilebilir olmaktadır.

Boy ölçme sistemi sonrası çalışan diğer sistem ise işaretleme sistemidir. Bu sistem içerisinde başlangıçta sisteme girilen Z1 değeri ile fermuar kesim işlemi sonrası elde edilen kesilmiş fermuar üzerindeki işaretlenmiş Z1 noktası karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda ortaya çıkan değerler Tablo 5.2’de belirtilmiştir. Tabloda belirtildiği gibi işaretleme aşamasında boy ölçme sistemindeki hataya paralel olacak şekilde ortalama %2,80’lik bir sapma değeri mevcuttur.

Tablo 5.2 : Z1 hata oranları.

Örnek	Z1	İşaretlenen Z1	Z1 Hatası (%)
1	10	10,1	1,00%
2	10	10,4	4,00%
3	10	10,9	9,00%
4	10	10	0,00%
5	10	10,2	2,00%
6	10	10,2	2,00%
7	10	10,1	1,00%
8	10	10	0,00%
9	10	10	0,00%
10	10	10,9	9,00%
Toplam			2,80%

İşaretleme sistemi çalışan sistem içerisinde iki farklı nokta için çalışmaktadır. İkinci çalıştığı nokta ise Z2 noktasıdır. Sürme sistemi üzerinde gerçekleşen hata oranı en büyük belirginliğini Z2 noktasında hissettirmiştir. Z1 ve Z2 noktalarının doğruluk oranları daha sonra görüntü işleme yöntemi ile kontrol edilebilir bir hale gelmiştir. Bu durumda hata oranlarının kontrol edilmesi ve iyileştirmesi için yapılan çalışmalarda referans alınabilecek bir veri birikimi oluşturulmuştur. Piyasada mevcut durumda bulunan makinelerdeki işaretleme hata oranları ise Tablo 5.2’deki değerler ile benzerlik göstermektedir. Özellikle firmalardan alınan geri dönüşler ise bu hata oranlarının kabul edilebilir olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu veriler ile bereaber ortaya çıkan değerler Tablo 5.3’de belirtilmiştir. Tabloda belirtildiği gibi işaretleme aşamasında boy ölçme sistemindeki hatanın çok daha üzerinde olacak şekilde ortalama %8,80 lik bir sapma değeri mevcuttur.

Tablo 5.3 : Z2 işaretleme hata oranları.

Örnek	Z2	Ölçülen Z2	Z2 Hatası (%)
1	10	9	10,00%
2	10	9,9	1,00%
3	10	9,1	9,00%
4	10	9	10,00%
5	10	8,5	15,00%
6	10	9,5	5,00%
7	10	9	10,00%
8	10	9,1	9,00%
9	10	8,9	11,00%
10	10	9,2	8,00%
Toplam			8,80%

OFKM işlemleri içerisinde en temel sürecinin fermuar boy ölçme sistemi olduğu yukarıdaki tablo ve analizlerle ortaya konulmuştur. Bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkan değerlerin bir arada gösterimi ise Tablo 5.4’te paylaşılmıştır. Boy ölçme işleminde ortaya çıkan küçük sapmalar işaretleme ve kesme aşamalarında gerçekleştirilen çalışmanın hatalı sonuca varmasına sebebiyet vermektedir. Bu tarz makinelerde küçük sapmalar kabul edilmemektedir. Sürme sistemindeki bu sapmaların iyileştirilmesi için gerekli çalışmalar yapılmış ve öneriler kısmında belirtilmiştir.

Tablo 5.4 : Toplam sapma oranları.

Örnek	Boy (mm)	Z1 (mm)	Z2 (mm)	Boy Hatası (%)	Z1 Hatası (%)	Z2 Hatası (%)	Toplam Hata (%)
1	46,5	10,1	9	3,13%	1,00%	10,00%	4,71%
2	47	10,4	9,9	2,08%	4,00%	1,00%	2,36%
3	47	10,9	9,1	2,08%	9,00%	9,00%	6,69%
4	46,8	10	9	2,50%	0,00%	10,00%	4,17%
5	46,6	10,2	8,5	2,92%	2,00%	15,00%	6,64%
6	46,7	10,2	9,5	2,71%	2,00%	5,00%	3,24%
7	47	10,1	9	2,08%	1,00%	10,00%	4,36%
8	46,8	10	9,1	2,50%	0,00%	9,00%	3,83%
9	47,1	10	8,9	1,87%	0,00%	11,00%	4,29%
10	47,5	10,9	9,2	1,04%	9,00%	8,00%	6,01%
Toplam				2,29%	2,80%	8,80%	4,63%

Boy, Z1, Z2 ve toplam hata oranları MATLAB uygulaması kullanarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçları ise Tablo 5.5’te gösterilmektedir. Çıkan sonuçlara göre en yüksek ortalama Z2 hata oranında görülmüştür, Z2 hata ortalaması %8,8 olarak hesaplanmıştır. Standart sapması yüksek olan Z2 hata oranı %3,71 olarak hesaplanmıştır. Standart sapmanın yüksek olması değerlerin ortalamadan uzak kalması demektir. Bunun için makinenin geliştirilmesine yönelik Z2 ve Z1 hata oranların düşürülmesine yönelik çalışmalara odaklanılacaktır.

Tablo 5.5 : Ortalama ve standart sapma.

Ölçüm	Ortalama %	Standart Sapma %
Boy Hata (mm)	2,29	0,60
Z1 Hata (mm)	2,80	3,49
Z2 Hata (mm)	8,80	3,71
Toplam Hata (mm)	4,63	1,43

“Ağırlıklı En Küçük Kareler Katsayıları Analizi” MATLAB uygulamasını kullanarak hesaplanmıştır. Çıkan sonuçlar ise aşağıda gösterilmektedir:

Boy Katsayısı: -0,70086, Z1 Katsayısı: 3,3314, Z2 Katsayısı: -3,332 olarak tespit edilmiştir. Her değer katsayısı diğer değerlerin sabit kalması durumunda “Toplam Hata” değerindeki değişime etkisini göstermektedir. Z1 ve Z2 katsayıların yüksek olması “Toplam Hata” değerini en fazla etkileyen değerler olduklarını göstermektedir. Sonuçlar analiz edildikten sonra Z1 ve Z2 katsayılarının değerleri en yüksek değerler oldukları için Z1 ve Z2 Error değerlerinin azalmasına yönelik ekstra çalışmalar yapılmasının gerektiği görülmüştür.

Sürme sistemi sonrası en önemli çalışma kısmı kesme sistemidir. Tekstil sektöründe kullanılan kesme sistemlerinde yuvarlak kesme bıçakları ve giyotin bıçakları arasında önemli farklar bulunmaktadır. Yuvarlak kesme bıçakları, özellikle büyük veya karmaşık şekilli kumaş parçalarını kesmek için uygundur. Çünkü kumaş üzerinde kolayca hareket edebilir ve çok katmanlı malzemeleri hızla kesebilir. Ancak, bu tür bıçaklar kesim hassasiyeti açısından giyotin bıçaklara göre daha az başarılıdır ve düzenli bakım gerektirir. Öte yandan, giyotin bıçakları, çok kesin ve düz kesimler yapabilme yeteneği ile bilinir. Bu bıçaklar, kalın ve zor malzemeleri kesmede daha

etkili olup, daha az bakım gerektirir. Fakat, sabit bir kesim alanı gerektirdiğinden ve kesim hızları yuvarlak bıçaklara göre daha yavaş olduğundan, sürekli üretim hatları için ideal olmayabilir. Seçilmiş olan kemikli fermuar tipinin kesimi için en uygun yuvarlak kesme bıçakları uygun görülmüştür. Bu kesme bıçakaları kesim açısından önemli bir avantaj sağlasa da kesim sonrası fermuar üzerindeki kesim noktalarında saçak yapması kaçınılmaz olmuştur. Saçaklanma gerçekleşen fermuar örnekleri Şekil 5.2’de gösterilmektedir.



Şekil 5.1 : Kesim sonrası saçaklanmış fermuarlar.

Kesimi tamamlanan fermuar tiplerinin saçaklanma durumları dikimini gerçekleştirecek firmalar için problem arz etmemektedir. Fermuarların dikim işlemleri işaretleme yapılan noktalar üzerinden gerçekleşmektedir. Saçaklanmanın göz ardı edilebilen bir hata olması sebebiyle bıçak seçiminin değiştirilmesine gerek duyulmamıştır. Gerçekleştirilen kesim işlemlerinde alınan değerler ve saçak oluşumu süreçleri Tablo 5.6’te gösterilmiştir.

Tablo 5.6 : Kesim sonucu saçak oluşum durumu.

Örnek	Boy	Z1	Z2	Saçak Oluşumu
10	46,5	10,1	9	+
20	47	10,4	9,9	+
30	47	10,9	9,1	+
40	46,8	10	9	+
50	46,6	10,2	8,5	+
60	46,7	10,2	9,5	+
70	47	10,1	9	+
80	46,8	10	9,1	+
90	47,1	10	8,9	+
100	47,5	10,9	9,2	+

BÖLÜM 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tekstil makineleri çok geniş bir ürün yelpazesine sahiptir. Bu ürün yelpazesi içerisinde yerli üretimi bulunan ve markalaşmış makineler olsa da henüz üretimi ve markalaşma çalışması gerçekleştirilmemiş alanlar mevcuttur. Özellikle yan sanayi ürünleri üzerine gerçekleştirilecek çalışmalara ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Bu tezde tekstil sektöründe en yaygın kullanılan yan ürünlerden olan fermuar için otomatik boy ölçme işaretleme ve kesme sistemlerini içeren bir makine tasarımı ile prototipinin üretimi gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda piyasa uyumluluğu kontrol edilmiş ve geliştirilmesi gereken özellikler aracılığı ile yeni bir KOSGEB projesi hazırlanmıştır. Bu hazırlanan proje KOSGEB Ür-Ge desteği almaya hak kazanmıştır. Bu kabul, projenin çalışma alanının doğruluğunu kanıtlar niteliktedir. Bu tez konusunun ve prototipi tanımlanmış olan ürün aynı zamanda daha nitelikli bir projenin başlangıcıdır. Tez içerisinde tüm tasarım süreçleri SolidWorks programı aracılığı ile gerçekleştirilmiş üretim aşamaları ise Crealty ve Zaxe marka 3B yazıcılar yardımıyla tamamlanmıştır. Elektronik devre tasarımı Eagle adlı programda gerçekleştirilmiştir. Devre üretimi ise tasarımın bakır levha üzerinde yer almasını sağlayan CNC aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. Tüm sistemlerin bir arada çalışabilmesi kompakt bir tasarımı gerekli kılmaktadır. Bu amaçla gerçekleştirilen tasarım çalışmalarında tüm işlemlerin aynı hat üzerinde gerçekleştirilmesi üzerine hareket edilmiştir. Tasarım işlemlerinde “SCHLEUNIGER” marka kablo kesme makinesi tasarımlarından ilham alınarak çalışmalar tamamlanmıştır. İsviçre menşeli bu makine üreticisinin tüm kablo kesme sistemlerini aynı hat üzerinde gerçekleştirmesi ve masaüstü kompakt bir tasarım misyonuyla çalışmalar yapmaktadır.

Step motorlar yardımıyla kontrol edilen dişli sistemi ile fermuar sürme operasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada kullanılan dişli sistemi kemikli fermuar tipine uygun olacak şekilde özel olarak tasarlanmıştır. İşaretleme sistemi ise bir servo motor yardımıyla gerçekleştirilmektedir. İşaretleme aşamasında motorun çalışma şartı mesafe kontrolünün sağlanmasına bağlıdır. Bu aşama yazılımsal olarak kontrol

edilmektedir. Aynı şekilde kesme sisteminin çalışma kontrolü de yazılımsal olarak kontrol edilmektedir. Kesme sisteminde iki adet motor bulunmaktadır. Bu sistem kesme bıçağını döndüren bir DA motorundan ve bu kesme sisteminin fermuara temasını sağlamak için dişli mil üzerinde hareketini sağlayan step motordan oluşmaktadır.

Bu sistem sayesinde daha önceden tamamen el işçiliği yardımı ile gerçekleştirilen bir sürecin otomatikleştirilerek, emek yoğunluklu işlerin hızlandırılması sağlanmıştır. Bu otomatikleşme, işçilik maliyetlerini düşürmekte ve iş süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Bu sistem, uygulama aşamasında iki farklı tekstil atölyesinde başarıyla kullanılmıştır. Yapılan kesim denemeleri sonucunda hatalı kesme işlemlerinin olması, kullanıcılar tarafından alınan geri dönüşler, sistemin etkinliği ve kullanım rahatlığı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, projenin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için hayati bir öneme sahiptir. Bu değerli kullanıcı geri bildirimlerinin ışığında, projenin daha etkin ve kullanıcı dostu olması amacıyla ikinci bir versiyonunun hazırlanmasına karar verilmiştir. Bununla birlikte, bu yeni versiyonun, önceki versiyonda karşılaşılan kullanıcı paneli uyumsuzluğu, hata oranı düşüklüğü ve farklı tipler için kesme uyumluluğunu gidermek ve kullanıcı deneyimini daha da iyileştirmek için bir fırsat sağlayacağına inanılmaktadır.

Çalışma süresi içerisinde tekstil makineleri ve piyasa ihtiyaçlarını öğrenmek amacıyla pek çok görüşme gerçekleştirilmiştir. Makine yerleşme potansiyeline en çok ihtiyaç duyulan sektörlerin başında tekstil sektörü gelmektedir. Bu alanda, fermuar kesme özelinde bu tez çalışması tamamlanmıştır. Fermuar kesme alanı dışında, çok farklı makine ihtiyaçlarını da tespit etme imkanı bulunmuştur. Özellikle kumaş kesim sistemlerinde kullanılan ve pastal kesme makinesi olarak adlandırılan makine özelinde yerli makineleşmenin bulunmadığı, bu makinelerin çin merkezli temin edilerek firmalara teslim edildiği görülmüştür. Çin merkezli firmalardan getirilen ürünlerin teslimleri sonrası servis ve irtiat problemlerinin yaşanması firmaları yerli üreticiyi arar konumuna getirmiştir. Bu alanda açığı tespit edilen ve firmaların ihtiyaç duyduğu bir başka makine türü ise iplik toplama makinesidir. KOBİ olarak nitelendirilebilecek atölyelerin ve tekstil firmalarının hemen hemen her aşamasında ortaya çıkan iplik ve saçak kaynaklı tozlanmayı önlemek için iplik toplama makineleri kullanılmaktadır. Bu makinelerde da yerli üretim açığı bulunmaktadır. Özellikle portatif bir şekilde

kullanım kolaylığı sağlanabilecek makine önerileri tekstil makine piyasasında yer edinebilecek özelliklere sahip olacaktır.

Tekstil sektöründe ve makine üretiminde çalışma yapmak isteyen kişiler için tekstil sektöründe kullanılan yan ürünler referans alınabilir. Özellikle düğme, iplik, keçe, barkod gibi tamamlanmış ürünleri kullanıcı ile buluşturmada önce eklenmesi gereken son işlemler özelinde ciddi makineleşme eksikliği ve yerli makine açığı bulunmaktadır.

Gerçekleştirilen çalışma ve geliştirilen bu sistemin yorumlanması adına kullanıcı firmalar ve atölyeler ile görüşülerek geri dönüşler alınmıştır. Makinenin sonraki versiyonu elcik takma sisteminin ilave edildiği daha hızlı bir sistemdir. Elcik takma işlemi fermuarın kesim işlemi sonrası ayrı bir personel aracılığı ile gerçekleştirilen bir sistemdir. Eğer bu sistemin ilave edildiği bir ürün ortaya konulabilirse çok daha nitelikli ve rekabet avantajı sağlayacak bir ürün ortaya çıkacaktır. Bu konuda gerekli çalışmalara başlanmıştır. KOSGEB Ür-Ge programı kapsamında alınan destek sonrasında tasarım güncellemelerine başlanmıştır. İleriki çalışmalar sonucunda, yukarıda bahsedilen güncellemelerin de eklenmesiyle daha nitelikli bir ürünün ortaya çıkması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

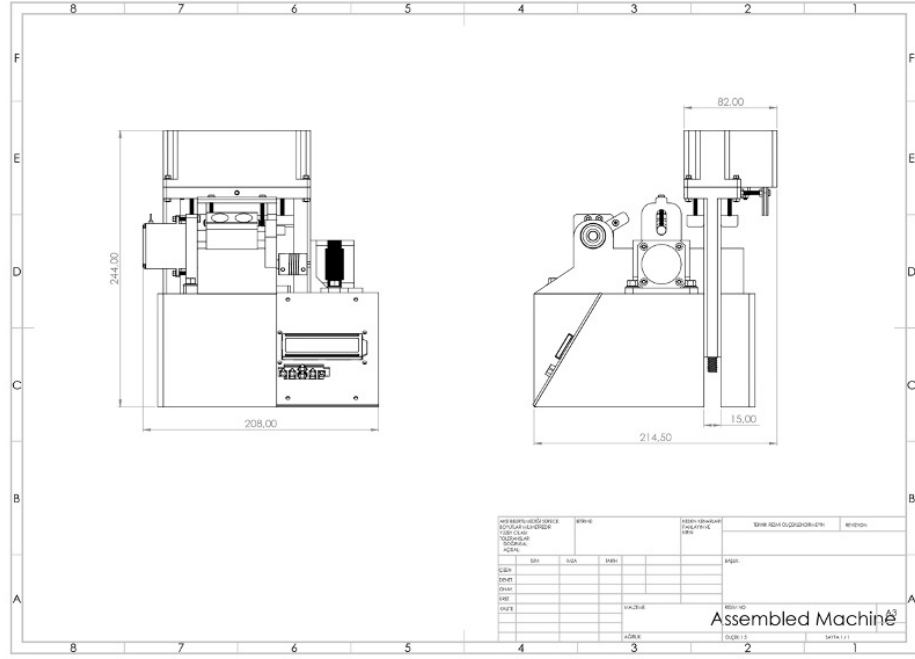
- [1] Jindal, H., & Kaur, S. (2021). Robotics and automation in textile industry. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology (IJSRSET)*, 8(3), 40–45. <https://doi.org/10.32628/IJSRSET21839>
- [2] Styles, J. (2021). The rise and fall of the spinning jenny: Domestic mechanisation in eighteenth-century cotton spinning. *Textile History*, 51(1), 1–42. <https://doi.org/10.1080/00404969.2020.1812472>
- [3] Moment Expo. (n.d.). Tekstil ve makine sanayi etkileşimi raporu yayımlandı: Tekstil, makinenin, yani sanayileşmenin atası/anası. *Moment Expo*. Retrieved August 19, 2024, from <https://www.moment-expo.com/tr-tr/165/icerikler/kapak/tekstil-ve-makine-sanayi-etkilesimi-raporu-yayimlandi-tekstil-makinenin-yani-sanayilesmenin-atasi-anasi-x809>
- [4] Özek, H. (2024), Türkiye’de Tekstil Makineleri Üretiminin Başlangıç ve Gelişim Süreci, *Mühendis ve Makine Güncel Dergisi*, 769, 31-42.
- [5] Baharom, M. Z., Delbressine, F., Toeters, M., & Feijs, L. (2018). The design evolution of the zipper: A patent review. In Proceedings of the 2018 ACM International Conference on Interactive Surfaces and Spaces (pp. 288–294), <https://doi.org/10.1145/3288155.3290586>
- [6] Jones, I., & Stylios, G. (Eds.). (2013). Joining textiles: Principles and applications. Woodhead Publishing
- [7] Tuteja, S., & Bhattacharya, S. (2019). Clothing fasteners: Hand dysfunction and manipulative ability of the arthritic women. *International Journal of Family and Home Science*, 15(1), 79–88, <https://doi.org/10.5014/ajot.36.8.515>

- [8] Nayak, R., & Padhye, R. (2016). The use of laser in garment manufacturing: An overview. *Fashion and Textiles*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40691-016-0057-x>
- [9] Cai, Y., Tong, Y., Mitrano, D., Heuberger, M., Hufenus, R., & Nowack, B. (2020). Systematic study of microplastic fiber release from 12 different polyester textiles during washing. *Environmental Science & Technology*, 54(8), 4847–4855. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b07395>
- [10] Nguyen, T., Bui, M., & Dao, T. (2021). Research on redesign and manufacturing of an automatic roll cutting machine. *Journal of Advanced Engineering and Computation*, 5(1), 27, <http://dx.doi.org/10.25073/jaec.202151.312>
- [11] Baloyi, R. (2023). Recent advances in recycling technologies for waste textile fabrics: A review. *Textile Research Journal*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1177/00405175231210239>
- [12] Sîrbu, N., Oancă, O., Binchiciu, E., Mnerie, G., & Graur, D. (2019). *Method and technologies for cutting and sealing composite polymeric materials*, Advanced Materials Research.
- [13] Höfer, D., Berner-Dannenmann, N., Marquardt, C., & Hammer, T. (2019). Resistance of commercial bed covers against faecal pellets of house dust mites: Behaviour of seams and zippers. *Journal of Textile Science and Technology*, 5(2), 27–37. <https://doi.org/10.4236/jtst.2019.52003>
- [14] Zhezhova, S., Demboski, G., Srebrenkoska, V., Jordeva, S., & Sashka, L. (2019). *The influence of the type and width of the cut marker on the utilization of textile materials*, Advanced Technologies.
- [15] Kalkancı, M. (2019, 26-27 Eylül). Tekstil ve konfeksiyon sektöründe üç boyutlu yazıcıların kullanım olanakları. *Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi*, Denizli.
- [16] Tadi, S. P., Maddula, S. S., & Mamilla, R. S. (2024). Sustainability aspects of composite filament fabrication for 3D printing applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 189, 113961.

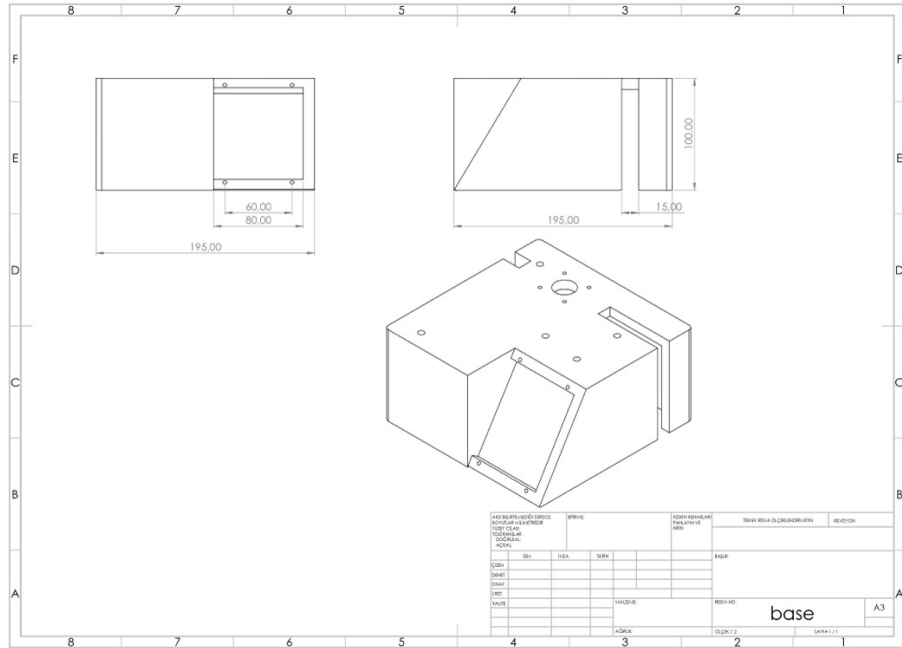
- [17] Travieso-Rodriguez, J. A., Jerez-Mesa, R., Llumà, J., Gómez-Gras, G., & Casadesús-Farràs, O. (2020). Comparative study of the flexural properties of ABS, PLA and a PLA-wood composite manufactured through fused filament fabrication. *Rapid Prototyping Journal*, 27(1), 10–22. <https://doi.org/10.1108/RPJ-01-2020-0022>
- [18] Mahmood, T., Ashraf, R., & Faisal, C. M. N. (2022). An efficient scheme for the detection of defective parts in fabric images using image processing, *The Journal of The Textile Institute*, 114(7), 1041–1049. <https://doi.org/10.1080/00405000.2022.2105114>
- [19] Chandramohan, A., Krishna Murthy, K. R., Sowmya, G., Surya Prasad, P. A., Vijay Krishna, V., & Peeyush, K. P. (2014). Cost effective object recognition and sorting robot using embedded image processing techniques. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 2278-3075.
- [20] M U, B., Raghuram, H., & Mohana. (2023, 2-4 Şubat). Derin öğrenme ve OpenCV kullanarak gerçek zamanlı nesne mesafesi ve boyut ölçümü. 2023 Üçüncü Uluslararası Yapay Zekâ ve Akıllı Enerji Konferansı (ICAIS), Coimbatore, Hindistan, 929-932.
- [21] Xie, G., & Lu, W. (2013). Image edge detection based on OpenCV. *International Journal of Electronics and Electrical Engineering*, 1(2), 104–106.
- [22] Koshti, V. M., & Joshi, S. M. (2007, Eylül 27-29). PLC tabanlı otomasyon sistemi için insan-makine arayüzü tasarımı. *IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics*, Nanded, Maharashtra, Hindistan, 40, 343-346.

EKLER

Ek-1 Teknik Çizimler



Şekil A.1 : Birleştirilmiş tasarım.



Şekil A.2 : Gövde.

